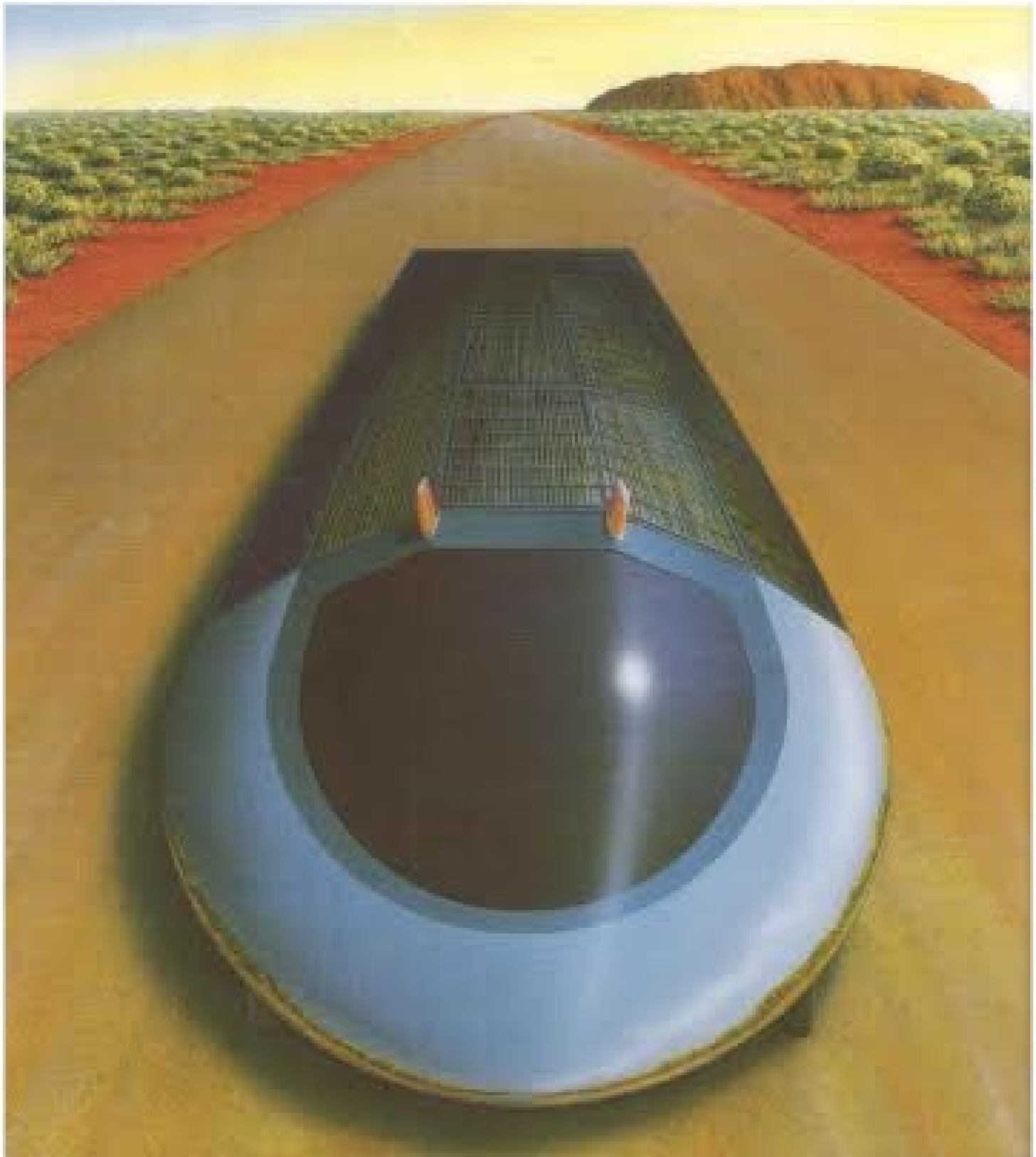


دَائِرَةُ مَعَارِفِ الْقَرْنِ الْحَادِي وَالْعِشْرِينَ
لِلْعُلُومِ وَالتَّكْنُولُوجِيَا الْمُنْتَظَرَةِ وَالطَّبِيعَةِ

7

وَسَائِلُ النُّقْلِ وَالْمُوَاصَلَاتِ

٧



دَائِرَةُ مَعَارِفِ الْقَرْنِ الْحَادِي وَالْعِشْرِينَ
لِلْعُلُومِ وَالتَّكْنُولُوجِيَا الْمَتَطَوِّرَةِ وَالطَّبِيعَةِ



٧ وسائل النقل والمواصلات 7



Mngool.com

الناشرون



دار الكتاب اللبناني
بيروت

دار الكتاب المصري
القاهرة

المحتويات

تَطَوُّرُ السَّكِّكِ الحَدِيدِيَّةِ

1

4 - ٤

6 - ٦

8 - ٨

10 - ١٠

12 - ١٢

14 - ١٤

16 - ١٦

18 - ١٨

20 - ٢٠

22 - ٢٢

24 - ٢٤

26 - ٢٦

28 - ٢٨

30 - ٣٠

32 - ٣٢

34 - ٣٤

- كَيْفَ يَنْقَى الْقِطَارُ عَلَى قُضْبَانِهِ ؟
كَيْفَ تُوصَلُ عَرَبَاتُ الْقِطَارِ بِبَعْضِهَا الْبَعْضُ ؟
هَلْ فَرَامِلُ الْقِطَارِ مَأْمُونَةٌ ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ أَبْوَابُ الْقِطَارَاتِ التَّائَوِيَّةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ ؟
كَيْفَ كَانَتْ الْقِطَارَاتُ الْبَدَائِيَّةُ ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ الْقَاطِرَةُ الْبُخَارِيَّةُ ؟
مَا هِيَ مُمَيِّزَاتُ الْقِطَارِ الْفَاجِرِ ؟
كَيْفَ تُنْظَمُ الْإِشَارَاتُ حَرَكَةَ الْقِطَارَاتِ ؟
مَا هُوَ عَمَلُ قَاطِرَةِ كَسَحِ الثَّلْجِ (مِحْرَاتِ الثَّلْجِ) ؟
مَا هُوَ الْقِطَارُ ذَاتِي الْحَرَكَةِ (الْأُوتُومَاتِي) ؟
كَيْفَ تُحْصَلُ الْأَلْفَاقُ عَلَى الْهَوَاءِ ؟
كَيْفَ تُسِيرُ الْقِطَارَاتُ أَحَادِيَّةُ الْقُضْبِ عَلَى قُضْبٍ وَاحِدٍ ؟
مَا هِيَ عَرَبَاتُ الْكَيْلِ ؟
كَيْفَ تُسِيرُ الْقِطَارَاتُ فَائِقَةُ السَّرْعَةِ ؟
كَيْفَ سَيَكُونُ شَكْلُ قِطَارَاتِ الْمُسْتَقْبَلِ ؟

الآلَةُ الَّتِي تَحْرُكُ الْبَشَرِيَّةَ

2

36 - ٣٦

38 - ٣٨

40 - ٤٠

42 - ٤٢

44 - ٤٤

46 - ٤٦

48 - ٤٨

50 - ٥٠

52 - ٥٢

54 - ٥٤

56 - ٥٦

58 - ٥٨

60 - ٦٠

62 - ٦٢

64 - ٦٤

- مَنْ اخْتَرَعَ أَوَّلَ سَيَّارَةٍ ؟
مِنْ أَيْنَ تَحْصُلُ السَّيَّارَةُ عَلَى قُدْرَتِهَا ؟
كَيْفَ يَعْمَلُ الْمُوتُورْسِيكِلُ (الدَّرَاجَةُ الْبُخَارِيَّةُ) ؟
كَيْفَ تُوقَفُ الْفَرَامِلُ (الْمَكَابِحُ) السَّيَّارَةِ ؟
مَا هِيَ عَمَلِيَّةُ نَقْلِ الْحَرَكَةِ ؟
مَا هُوَ الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ؟
مَا هُوَ التَّوْجِيهُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ الْوَسَادَةُ الْهَوَائِيَّةُ فِي السَّيَّارَةِ ؟
مَا هُوَ جِهَازُ الشَّحْنِ التُّرْبِينِي ؟
لِمَذَا تُوجَدُ تَجَاوِيفُ بِالْإِطَارَاتِ ؟
مَا الَّذِي يَجْعَلُ سَيَّارَةَ السَّبَاقِ مُخْتَلِفَةً ؟
هَلْ تُسْتَطِيعُ أَيُّ سَيَّارَةٍ أَنْ تَقُودَ نَفْسَهَا ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ سَيَّارَاتُ الْقُدْرَةِ الشَّمْسِيَّةِ ؟
مَا هِيَ السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ ؟

مَرْكَبَةٌ لِكُلِّ غَرَضٍ

3

66 - ٦٦

68 - ٦٨

70 - ٧٠

72 - ٧٢

74 - ٧٤

76 - ٧٦

- مَا الَّذِي يُحْرِكُ عَرَبَاتِ الثَّلْجِ ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ عَرَبَةُ إِطْفَاءِ الْحَرَائِقِ ؟
كَيْفَ تُرْفَعُ الْمُرْفَعَاتُ الْأَحْمَالُ الثَّقِيلَةُ ؟
مَاذَا يَقْعَلُ دِخْرَاجُ التَّسْوِيَةِ (وَابُورُ الرِّلْطِ) ؟
مَا هِيَ الْحَقَّارَةُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ (الْمِحْرَفَةُ الْآلِيَّةُ) ؟

مِن الشَّرَاعِ إِلَى الْأَعْمَاقِ

4

78 — ٧٨

80 — ٨٠

82 — ٨٢

84 — ٨٤

86 — ٨٦

88 — ٨٨

90 — ٩٠

92 — ٩٢

94 — ٩٤

96 — ٩٦

98 — ٩٨

100 — ١٠٠

102 — ١٠٢

104 — ١٠٤

106 — ١٠٦

كَيْفَ تُسْتَطِيعُ السُّفُنُ الْمَلَاَحَةَ ؟
كَيْفَ تُجِرُ السُّفُنُ فِي الضَّبَابِ ؟
كَيْفَ تُكُونُ الْمَلَاَحَةُ بِمُسَاعَدَةِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ ؟
كَيْفَ كَانَتِ السُّفُنُ تُجِرُ فِي الْمَاضِي ؟
مَاذَا كَانَ شَكْلُ سَفِينَةِ كُولُمْبُس ؟
مَا هِيَ سَفُنُ النَّاعُورَةِ الْبُخَارِيَّةِ ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ قَنَاةُ بَتْمَا ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ الْهَيْذُرُوفِيلُ (زُورَقُ السُّطْحِ الْإِسْبَانِي) ؟
مَا هِيَ الْحَوَامَةُ (الهُوْفِرَكَافَت) ؟
كَيْفَ تَغُوصُ الْغَوَاصَاتُ ؟ وَكَيْفَ تَبْرُزُ إِلَى السُّطْحِ ؟
كَيْفَ تُبْنَى مُحَطَّمَاتُ الْجَلِيدِ ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ الْغَوَاصَةُ التَّوَوِيَّةُ ؟
مَا الشَّكْلُ الْمَتَوَقَّعُ لِسَفُنِ الْمُسْتَقْبَلِ ؟
مَا هِيَ غَوَاصَةُ الْأَعْمَاقِ السَّحِيْقَةِ ؟

الْحُلُمُ بِالسَّمَاوَاتِ

5

108 — ١٠٨

110 — ١١٠

112 — ١١٢

114 — ١١٤

116 — ١١٦

118 — ١١٨

120 — ١٢٠

122 — ١٢٢

124 — ١٢٤

126 — ١٢٦

128 — ١٢٨

130 — ١٣٠

132 — ١٣٢

134 — ١٣٤

136 — ١٣٦

138 — ١٣٨

140 — ١٤٠

142 — ١٤٢

144 — ١٤٤

146 — ١٤٦

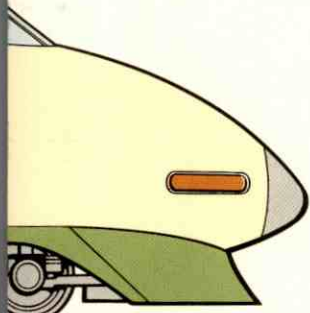
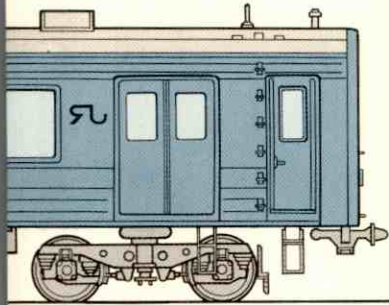
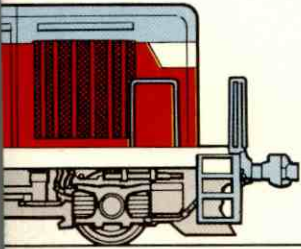
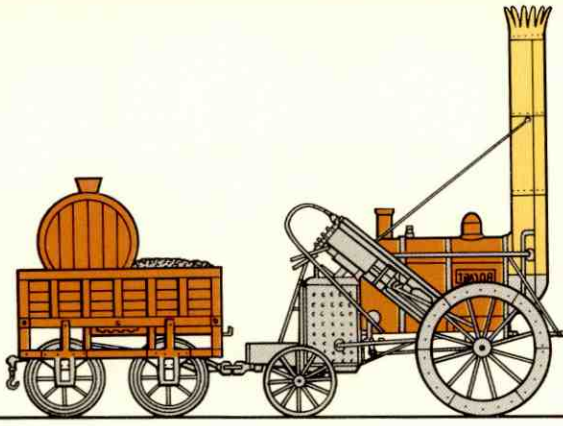
كَيْفَ تَطِيرُ الطَّائِرَةُ ؟
كَيْفَ تَعْمَلُ الطَّائِرَاتُ ذَاتُ الْمَرَاحِ ؟
كَيْفَ تَطِيرُ الْهِيلِيْكُوتِرُ (الطَّوَافَةُ) ؟
مَا هُوَ الْمُنْتَطَادُ ؟
كَيْفَ تَظَلُّ الطَّائِرَاتُ الشَّرَاعِيَّةُ مُحَلَّقَةً ؟
كَيْفَ يَتِمُّ التَّحَكُّمُ فِي حَرَكَةِ الْمُرُورِ الْجَوِّيِّ ؟
كَيْفَ يَتَّبِعُ الطَّيَّارُونَ الْمَمَرَاتِ الْجَوِّيَّةَ ؟
لِمَاذَا لَا تُضِلُّ الطَّائِرَاتُ طَرِيقَهَا ؟
كَيْفَ تُهْبِطُ الطَّائِرَاتُ خِلَالَ الضَّبَابِ ؟
كَيْفَ يُكَيِّفُ ضَغْطُ الْهَوَاءِ دَاخِلَ الطَّائِرَةِ ؟
كَيْفَ يَعْمَلُ الْمُحَرِّكُ الثَّقَاتُ ؟
كَيْفَ يُقَاسُ كُلُّ مِّنَ الِازْتِفَاعِ وَالسَّرْعَةِ ؟
كَيْفَ كَانَتِ الطَّائِرَةُ الْأُولَى ؟
مَا هِيَ الطَّائِرَةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ ؟
مَا هِيَ الطَّائِرَةُ الْعُمُودِيَّةُ (VTOL) ؟
كَيْفَ تَطِيرُ بَعْضُ الطَّائِرَاتِ إِلَى الْجَانِبِ ؟
مَا هُوَ الْإِمْتِدَادُ التَّصْدُرِيُّ لِلْجَنَاحِ ؟
مَا هِيَ الطَّائِرَةُ الْمَتَسَلِّلَةُ (الشَّيْح) ؟
مَعَانِي الْمُصْطَلَحَاتِ

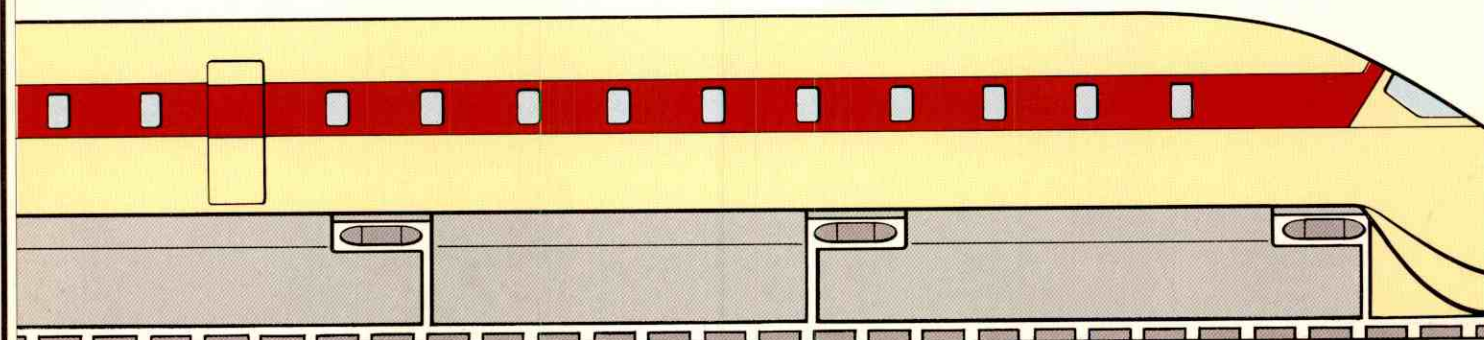
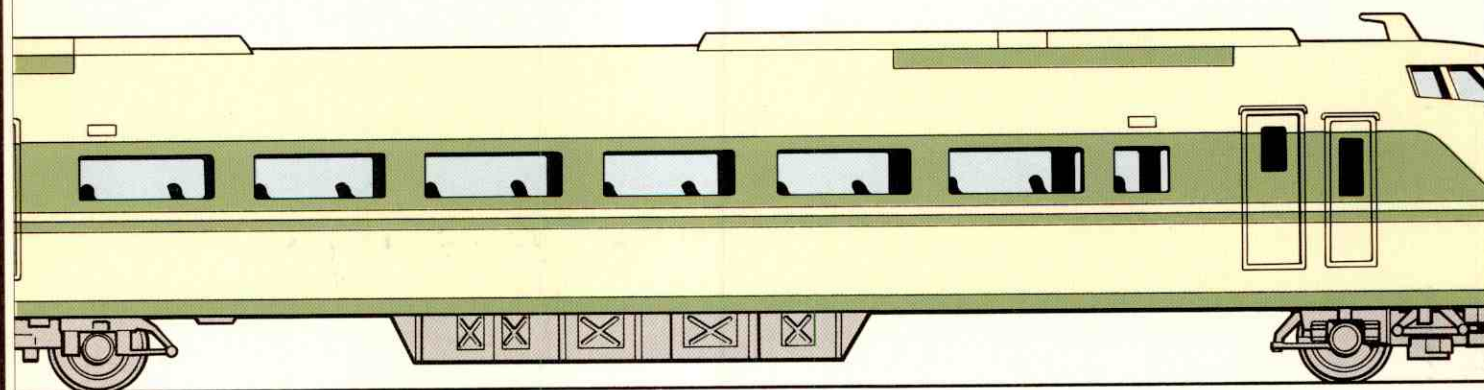
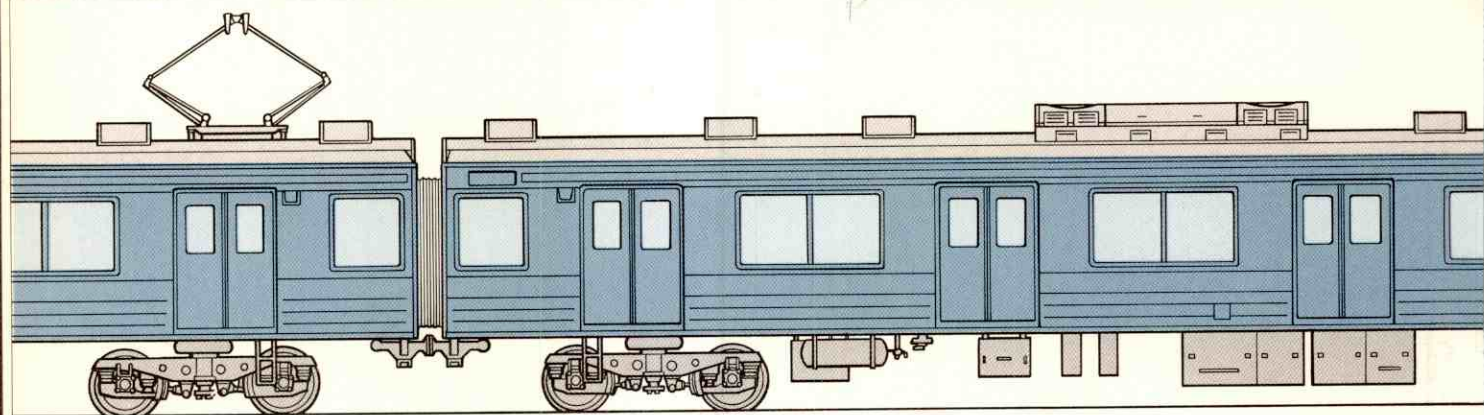
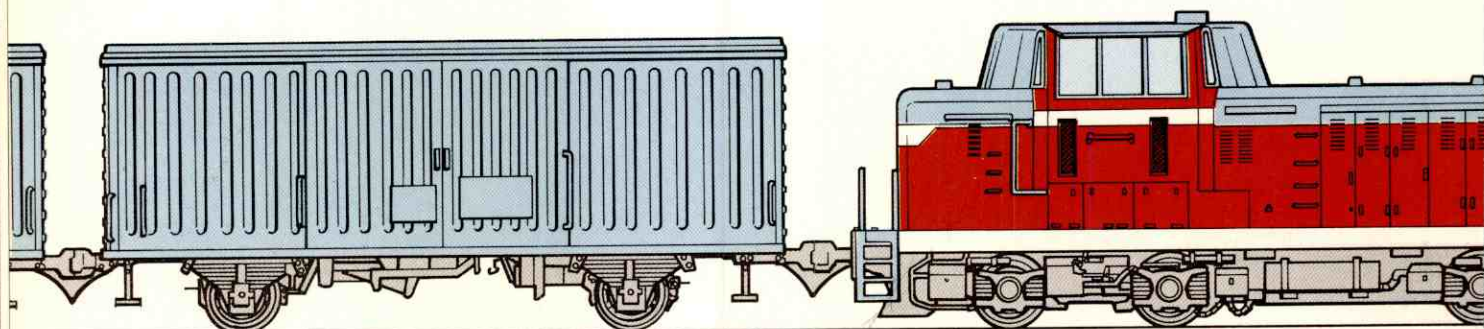
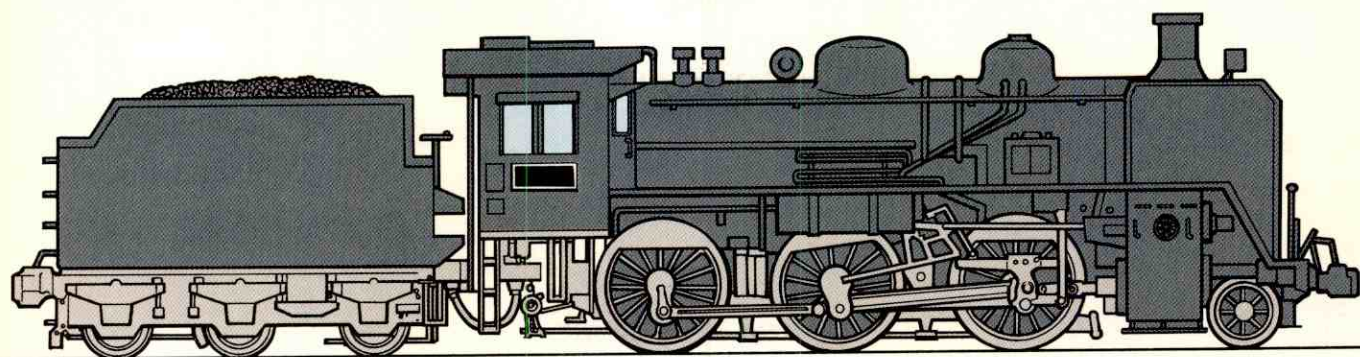
تَطَوُّرُ السَّكِّكِ الحَدِيدِيَّةِ

يُعتَبَرُ القِطَارُ وَاحِدًا مِنْ أَكْثَرِ الْإِخْتِصَاصَاتِ الْهَنْدَسِيَّةِ الْمَعَاوِرَةِ . فَالْخُطُوطُ الْحَدِيدِيَّةُ تُسْتَحْدَمُ مِنْذُ مُنْتَصَفِ الْقَرْنِ ١٩ كَوَسِيلَةٍ فَعَالَةٍ يُعْتَمَدُ عَلَيْهَا فِي النُّقْلِ الْبَرِّيِّ لِلرُّكَّابِ وَالْبَضَائِعِ . وَقَدْ قَامَتِ الْقِطَارَاتُ الْأُولَى (أَعْلَى الصَّفْحَةِ) بِدَوْرٍ هَامٍّ فِي إِخْلَاجِ الثَّوْرَةِ الصَّنَاعِيَّةِ فِي الْإِنْجِلِيزَا . أَمَّا فِي الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ فَقَدْ بَدَأَ تَشْغِيلُ أَوَّلِ خُطٍّ حَدِيدِيٍّ عَامَ ١٨٣٠ بَيْنَ بَالْتِيمُورِ وَأَوْهَائُو . وَبَعْدَ عَشْرِ سَنَوَاتٍ كَانَتِ الْقِطَارَاتُ الْبُخَارِيَّةُ — الَّتِي وَقُودُهَا الْفَحْمُ — تَنْقُلُ الرُّكَّابَ وَالْبَضَائِعَ عَلَى قُضْبَانٍ طَوَّلُهَا ٢٨٠٠ مِيلٍ . وَبِخُلُوفِ عَامِ ١٨٦٠ غَطَّتْ قُضْبَانُ السَّكِّكِ الْحَدِيدِيَّةِ مَا يَزِيدُ عَلَى ٣٠٠٠٠ مِيلٍ . وَقَامَتِ السَّكِّكِ الْحَدِيدِيَّةُ بِدَوْرٍ فَعَالٍ فِي نَقْلِ الْمُسْتَوْطِينَ إِلَى الْغَرْبِ الْأَمْرِيكِيِّ .

وَفِي أَرْبَعِينَيَّاتِ الْقَرْنِ الْحَالِي صُنِعَتْ أَقْوَى الْقِطَارَاتِ الْبُخَارِيَّةِ عَلَى الْإِطْلَاقِ « الصَّبِيَّةُ الْكِبَارُ » بِوَسِيلَةِ اتِّحَادِ الْخُطُوطِ الْحَدِيدِيَّةِ الْبَاسِيفِيكِيِّ . وَتَصِلُ سُرْعَتُهَا إِلَى ٧٥ مِيلًا/سَاعَةٍ ، وَيُمْكِنُهَا حَمْلُ ٤٠٠٠ طَنٍّ صَاعِدًا عَلَى مُنَحْدَرَاتٍ جَبَالٍ رُوكِي الشَّاهِقَةِ . وَفِي الْوَقْتِ الْحَالِي ، تُسْتَحْدَمُ فِي الْوَلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ الْقَاطِرَةُ الدِّيزِلُ (الثَّانِيَةِ مِنْ أَعْلَى) فِي سَحَبِ مُعْظَمِ قِطَارَاتِ الْبَضَائِعِ ، بَيْنَمَا يَشِيعُ اسْتِحْدَامُ الْقَاطِرَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ فِي أَوْرَبَا . وَيُسْتَحْدَمُ الْمُوظَّفُونَ فِي أَنْحَاءِ الْعَالَمِ قِطَارَاتِ الرِّحَلَاتِ الْمُتَنَاقِبَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ فِي تَنْقُلَاتِهِمْ الْيَوْمِيَّةِ مِنْ وَآلِي أَعْمَالِهِمْ (الْوَسْطَى) ، وَلِكُلِّ مَنَافَةٍ مُحَرِّكُهُ الْكَهْرَبِيُّ الْخَاصُّ بِهِ . وَتُسْتَطِيعُ الْقِطَارَاتُ الْمُسَمَّاةُ الرِّصَاصَةُ (الثَّانِيَةِ مِنْ أَسْفَل) ذَاتُ السَّرْعَةِ الْعَالِيَةِ أَنْ تَقْطَعَ ١٨٦ مِيلًا فِي السَّاعَةِ . أَمَّا قِطَارُ مَاجِلِفِ (أَسْفَل) الَّذِي مَازَالَ فِي طَوْرِ التَّجَارِبِ ، وَالَّذِي سَيَسْبَحُ فِي الْهَوَاءِ فَوْقَ وَسَادَةِ مَعْنَاطِيْسِيَّةٍ ، فَيُمْكِنُهُ أَنْ يَقْطَعَ ٣٠٠ مِيلًا فِي السَّاعَةِ فِي الْمُسْتَقْبَلِ .

تُسَهِّمُ السَّكِّكِ الْحَدِيدِيَّةُ فِي نَقْلِ أَكْثَرِ أَشْياءِ صَحْمَةٍ مِنَ النَّاسِ وَكَمِّيَّاتٍ هَائِلَةٍ مِنَ الْبَضَائِعِ بِسُرْعَةٍ ، وَبِأَسْعَافٍ رَخِيصَةٍ بَدَأَ مِنَ الْقَاطِرَةِ الْمُسَمَّاةِ بِالصَّارُوخِ (أَعْلَى الْيَمِينِ) وَهِيَ أَقْوَى قِطَارٍ عَامَ ١٨٢٩ ، إِلَى الْقِطَارِ التَّجْرِييِّ الْمَعْنَاطِيْسِيِّ السَّابِحِ فِي الْهَوَاءِ (أَسْفَل) .

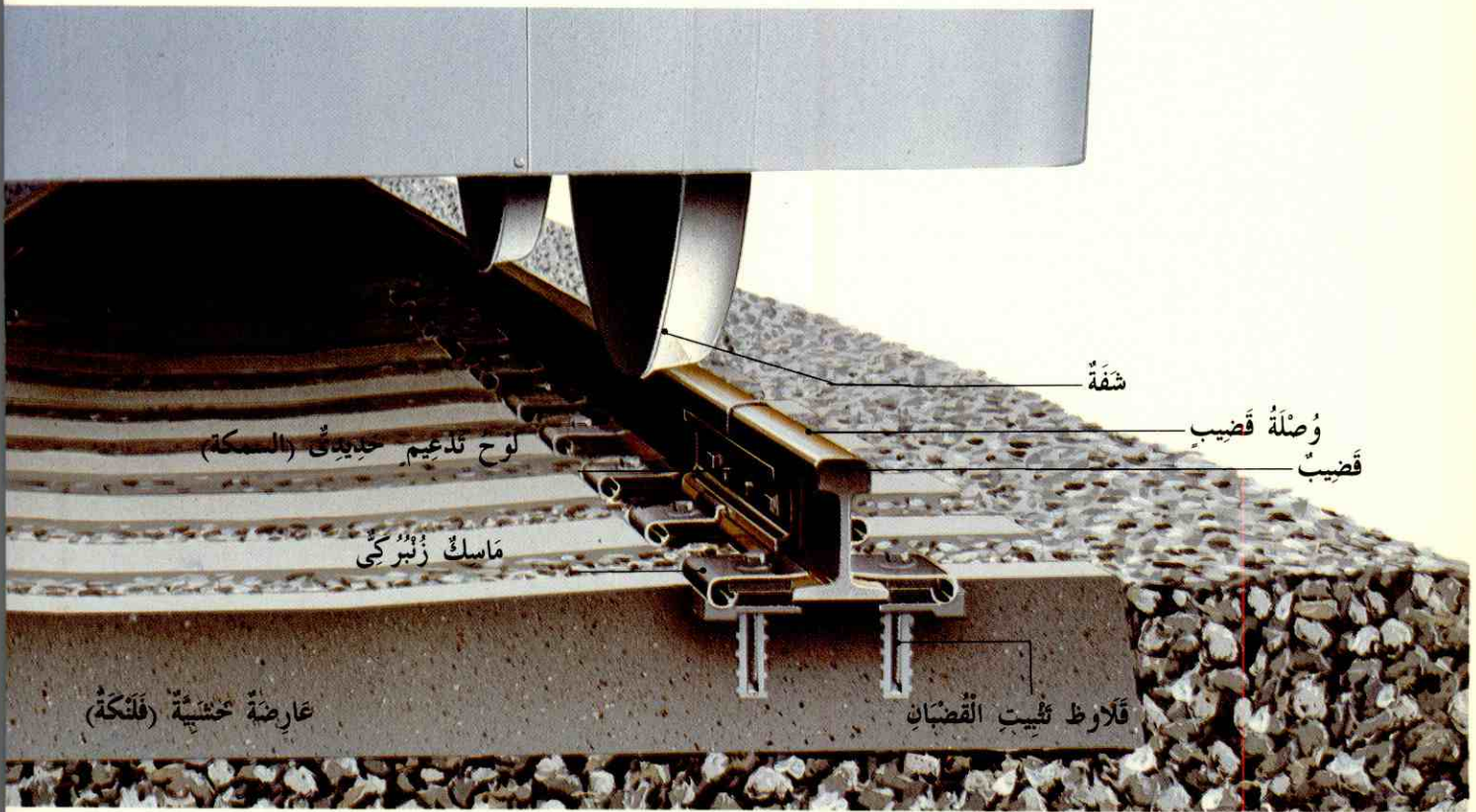




كَيْفَ يَبْقَى الْقِطَارُ عَلَى قُضْبَانِهِ ؟

مِنَ الْحَافَةِ الدَّاخِلِيَّةِ لِلْعَجَلَةِ . وَمُهْمَّتُهَا تَوْجِيهُ الْعَجَلَاتِ عَلَى الْقُضْبِيبِ وَحَوْلَ الْمُنْحَنِيَّاتِ . وَيَكَادُ يَنْعَدِمُ الْإِحتِكَاكُ بَيْنَ الْعَجَلَاتِ وَالْقُضْبِيبِ ، فَعَرَبَةُ قِطَارٍ تَزْنُ ٤٠ طَنًا وَسُرْعَتُهَا ٦٠ مِيلًا / سَاعَةً إِذَا فَقَدَتْ قُوَّتَهَا الْمُحَرِّكَةَ ،

قَدْ تُكُونُ قِطَارَاتُ الْيَوْمِ أَكْبَرَ وَأَسْرَعَ وَأَقْوَى مِنْ مِثْلَاتِهَا مُنْذُ ١٦٠ عَامًا ، وَلَكِنَّهَا مَا زَالَتْ تَسْتَخْدِمُ نَفْسَ الْعَجَلَاتِ الْحَدِيدِيَّةِ الْمُزَوَّدَةِ بِشَقَّةٍ دَاخِلِيَّةٍ وَالَّتِي تَجْرِي عَلَى قُضْبَانٍ حَدِيدِيَّةٍ بِشَكْلِ I . وَتَمْتَدُّ هَذِهِ الشَّقَّةُ الَّتِي طُولُهَا بِوصَةٍ



دِعَامَةُ الْقُضْبِيبِ الْمَرْنَةِ

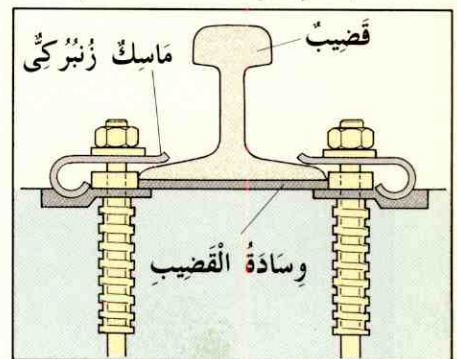
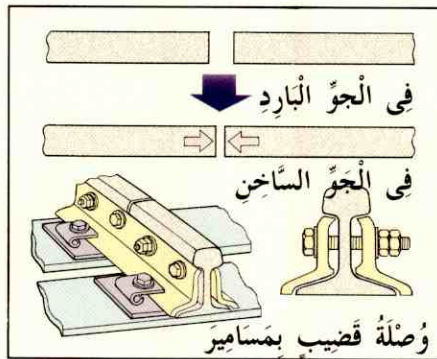
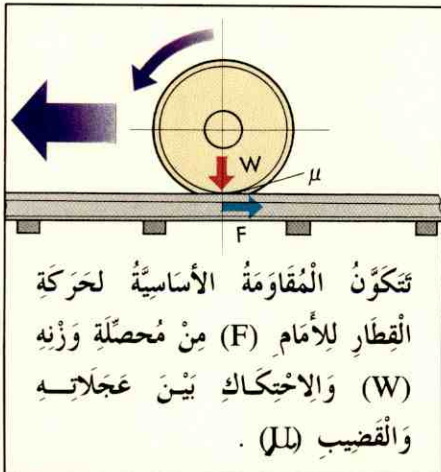
يُثَبَّتُ الْقُضْبِيبُ عَلَى فَلَنِكَاتٍ خَشَبِيَّةٍ أَوْ خَرَسَانِيَّةٍ مَدْفُونَةٍ فِي الزَّلْطِ . وَعَادَةً يُثَبَّتُ الْقُضْبِيبُ فِي مَكَانِهِ بِوَاسِطَةِ مَسَامِيرٍ قَلَاوِظَ طَوِيلَةٍ تُنْفَذُ خِلَالَ الْمَوَاسِكِ الزُّبُرُكِيَّةِ . وَيُوفِّرُ هَذَا النِّظَامُ الْمَرْنِ رِحْلَةً سَلِسَةً لِلْقِطَارِ .

وَصْلَةُ الْقُضْبِيبِ

فِي خُطُوطِ السَّككِ الْحَدِيدِيَّةِ تُتْرَكُ فَرَاحَاتٌ بَيْنَ أَجْزَائِهَا — ذَاتِ طُولِ ١٢ مِترًا — لِتَمْتَدُّ عِنْدَمَا تَسْخُنُ . وَتُوصَلُ الْأَجْزَاءُ بِبَعْضِهَا بِوَصَلَاتٍ مَعْدِنِيَّةٍ مَرْبُوطَةٍ بِالْمَسَامِيرِ — أَمَّا الْآنَ ، فَيَتِمُّ لِحَامُ مُعْظَمِ قُضْبَانِ الْخَطِّ الرَّئِيسِيِّ مَعًا .

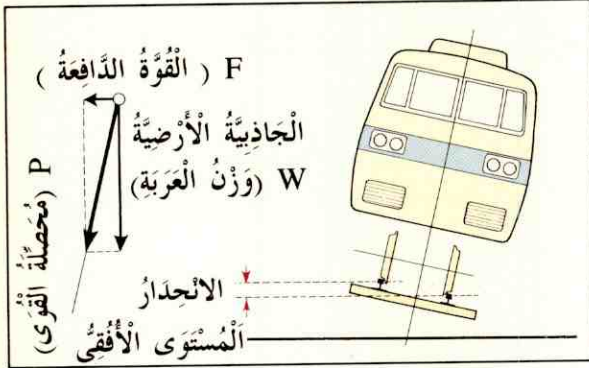
الْجَرُّ (أَوْ السَّحْبُ)

يُجْبَرُ وَزْنُ الْقَاطِرَةِ عَجَلَاتِهَا عَلَى التَّلَاسِ الْمَحْكَمِ بِالْقُضْبِيبِ الْأَمْلَسِ ، فَتَتَوَلَّدُ قُوَّةُ الْجَرِّ (أَوْ السَّحْبِ) اللَّازِمَةُ لِلسَّيْرِ عَلَى الْخَطِّ الْحَدِيدِيِّ وَإِلَى أَعْلَى الْمُنْحَدَرَاتِ .



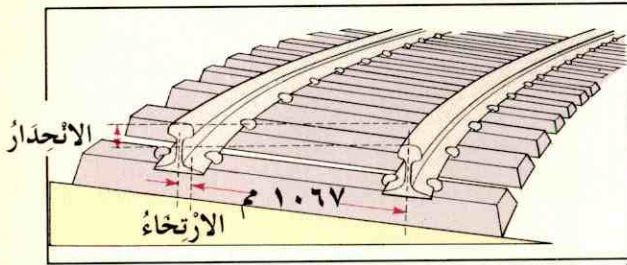
صِنَاعَةُ الْمُنْحَنِيَّاتِ

يَتَأَثَّرُ الْقِطَارُ الْمَارُّ عَلَى أَى مُنْحَنَى بِالْقُوَّةِ الطَّارِدَةِ الْمُرَكِّبَةِ
وَالَّتِي تَذْفَعُهُ إِلَى خَارِجِ الْمُنْحَنِ . وَلَمَّا شَانَهَا يُرْفَعُ مُسْتَوَى
الْقَضِيبِ الْخَارِجِيِّ عَنِ الدَّائِلِيِّ . وَهَذَا الِارْتِفَاعُ أَوْ الِانْحِدَارُ
يُسَاعِدُ الْقِطَارَ عَلَى الْإِحْتِفَاطِ بِسُرْعَتِهِ عِنْدَ الْمُنْحَنِيَّاتِ .



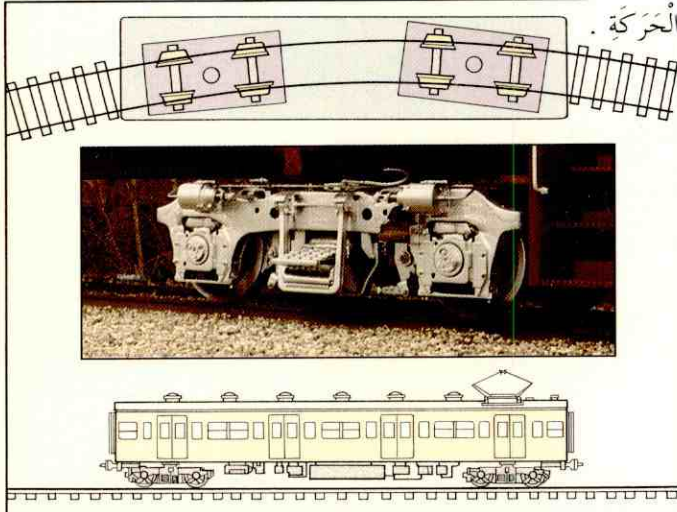
الارتقاء

تَكُونُ الْمَسَافَةُ بَيْنَ الْقَضْبَانِ عِنْدَ الْمُنْحَنِيَّاتِ أَكْبَرَ مِنْهَا بَيْنَ
الْقَضْبَانِ الْمُسْتَقِيمَةِ بِمَا يُعْرَفُ بِالْإِرْتِقَاءِ . وَهَذَا يُقَلِّلُ
الِإِحْتِكَاكَ عَلَى عَجَلَاتِ الْقِطَارِ عِنْدَمَا يَنْجَذِبُ الْقِطَارُ إِلَى
خَارِجِ الْمُنْحَنِ ، فَيَقَلُّ اسْتِهْلَاكُ الْقَضْبَانِ .

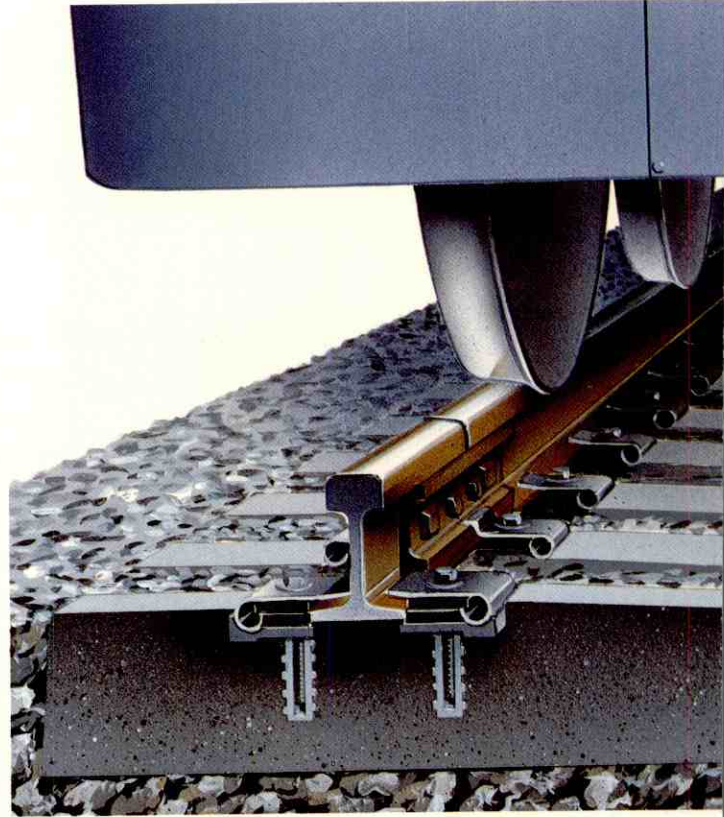


عَرَبَاتُ الْعَجَلَاتِ

تُرَكَّبُ عَجَلَاتُ عَرَبَةِ الْقِطَارِ عَلَى عَرَبَاتٍ مُسَطَّحَةٍ ، وَهِيَ قَوَاعِدُ
مُتَحَرِّكَةٍ تَحْتَوِي عَلَى نِظَامِ تَعْلِيقِ الْعَرَبَةِ فَلِكُلِّ عَرَبَةٍ مِنْهَا زَوْجَانِ مِنَ
الْعَجَلَاتِ ، وَتَدُورُ عَلَى لَوْحَةٍ مَرَكِّبَةٍ ، فَتَكْسِبُ الْقِطَارَ الْمُرُونَةَ
الْإِلَازِمَةَ لِتَخْطِي الْمُنْحَنِيَّاتِ . وَهَذَا التَّعْلِيقُ الْمُسْتَقْبَلُ يَضْمَنُ سَلَاسَةَ
الْحَرَكَةِ .

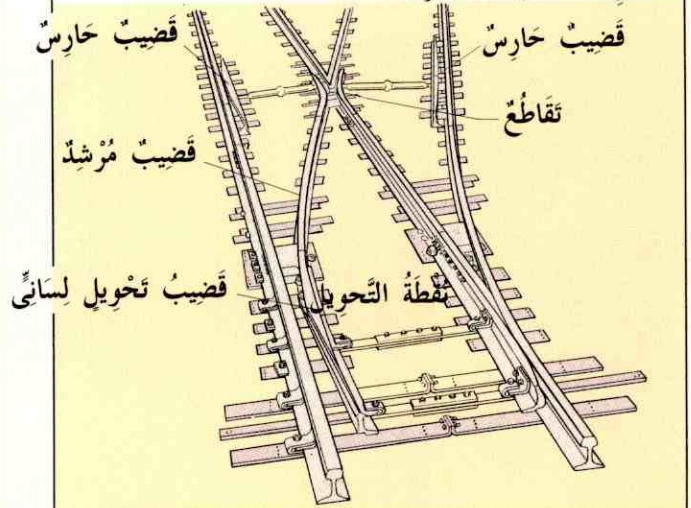


تُسْتَمَرُّ فِي الْحَرَكَةِ مَسَافَةً ٥ أَمْيَالٍ قَبْلَ أَنْ تَقِفَ ثَمَامًا .
بَيْنَمَا لَوْ تَعَرَّضَتْ شَاحِنَةُ بِنَفْسِ الْوِزْنِ لِنَفْسِ الظُّرُوفِ لَمَا
اسْتَمَرَّتْ فِي الْحَرَكَةِ أَكْثَرَ مِنْ مِيلٍ وَاحِدٍ .



التحويل

يَسْتَلْزِمُ لِنَقْلِ الْقِطَارِ مِنْ حَظٍّ إِلَى آخَرَ أَنْ تُنْقَلِ عَجَلَاتُهُ
بِوَاسِطَةِ قَضْبَانِ تَحْوِيلٍ مُتَحَرِّكَةٍ . وَتُسَاعِدُ الْقَضْبَانُ الْحَارِسَةُ
الْعَجَلَاتِ عَلَى اجْتِيَازِ نَقْطَةِ الْمَقْصَصِ حَيْثُ تَتَقَاطَعُ الْقَضْبَانُ .
فَالْقِطَارُ الَّذِي تَتَخَيَّلُ مَرُورَهُ بِالتَّحْوِيلَةِ السُّفْلَى ، سَيَسْلُكُ
التَّفْرِيعَةَ الْمُسْتَقِيمَةَ الْبَسْرَى .



كَيْفَ تُوصَلُ عَرَبَاتُ الْقِطَارِ بِبَعْضِهَا الْبَعْضُ؟

يُحَسَّبُ طُولُ الْقِطَارِ بِجَمْعِ أَطْوَالِ الْعَرَبَاتِ الْمُضَافَةِ ، وَطَرَحِ أَطْوَالِ الْعَرَبَاتِ الْمَفْصُولَةِ . وَتَحْتُمُ الْإِضَافَةُ وَالْفَصْلُ بِفَضْلِ مِقْرَنَاتٍ ذَاتِيَةِ التَّصْمِيمِ ، حَيْثُ يُؤَمِّنُ إِغْلَاقُ كُلِّ عَرَبَتَيْنِ مَعًا ، كَمَا أَنَّهُ سَهْلُ الْفَكِّ بِاسْتِخْدَامِ رَافِعَةٍ مُحَرَّرَةٍ . وَلِلْمِقْرَنَاتِ أَشْكَالٌ عِدَّةٌ . فَعَرَبَاتُ مِتْرُو الْأَنْفَاقِ وَالْعَرَبَاتُ الْخَفِيفَةُ الَّتِي تَسِيرُ عَلَى قُضْبَانٍ تُسْتَخْدَمُ مِقْرَنَاتُ التَّلَامُسِ الَّتِي تُوفِّرُ الْأَمَانَ وَسُهُولَةَ الْحَرَكَةِ . أَمَّا قِطَارَاتُ السَّكَّةِ الْحَدِيدِيَّةِ ، فَتُسْتَخْدَمُ غَالِبًا الْمِقْرَنَاتُ الْمَحْوَرِيَّةُ الْمَفْصَلَاتِ الَّتِي تُشَبِّهُ شَكْلَ يَدَيْنِ مُتَشَابِكَتَي الْأَصَابِعِ . أَمَّا الْمِقْرَنَاتُ الْمُسْتَقِيمَةُ الدَّوَارَةُ فَتُسَمَّحُ لِعَرَبَاتِ الْبُضَائِعِ بِأَنْ تَمِيلَ لِتَفْرِغَ حُمُولَتِهَا دُونَ أَنْ تُفْصَلَ مِنَ الْقِطَارِ .

التَّقَارُنُ الذَاتِي (الْأُوتُومَاتِي)

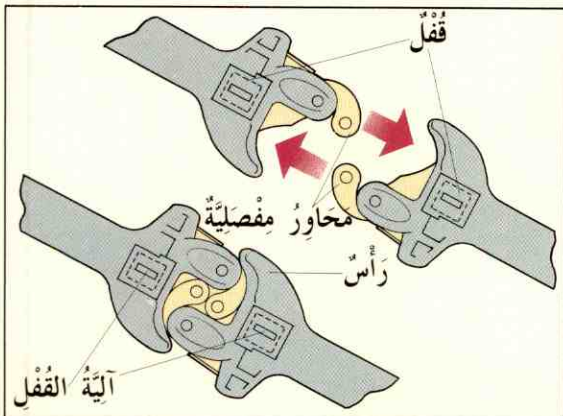
تَعْمَلُ قَارِنَاتُ الْقِطَارِ الْقِيَاسِيَّةُ مِثْلَ الْأَيْدِي الْمُتَشَابِكَةِ . فَعِنْدَ اقْتِرَابِ عَرَبَتَيْنِ مِنْ بَعْضِهِمَا ، تَكُونُ الْأَصَابِعُ مَفْتُوحَةً . وَعِنْدَمَا تَتَصَادَمُ الْأَصَابِعُ ، تَتَشَابِكُ بِبَعْضِهَا الْبَعْضُ . وَيُغْلَقُ الْقُفْلُ بِإِحْكَامٍ . وَلِفَكِّ التَّقَارُنِ ، تُدْفَعُ الْعَرَبَتَانِ نَحْوَ بَعْضِهِمَا ، وَتُرْفَعُ الرَّافِعَةُ الْمُحَرَّرَةُ يَدَوِيًّا .

رَافِعَةٌ مُحَرَّرَةٌ

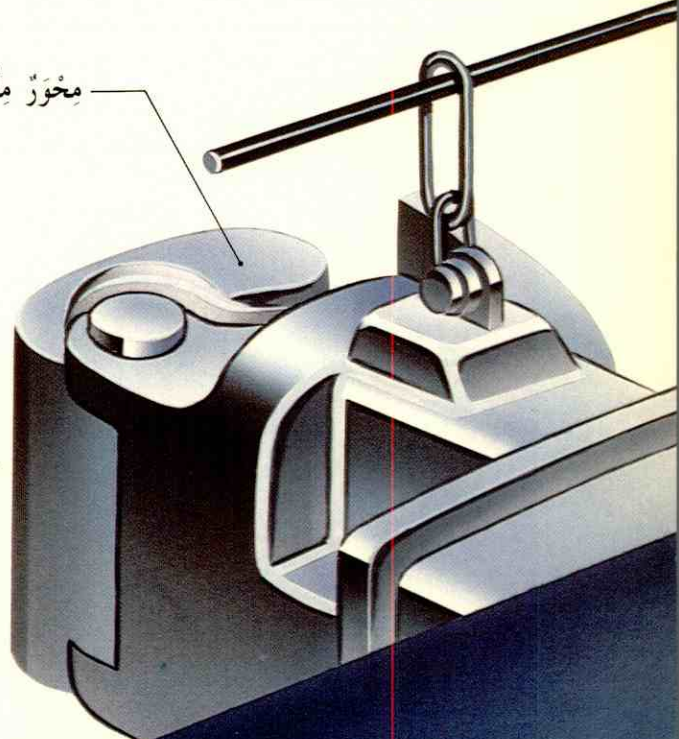
مِحْوَرٌ مِفْصَلِيٌّ

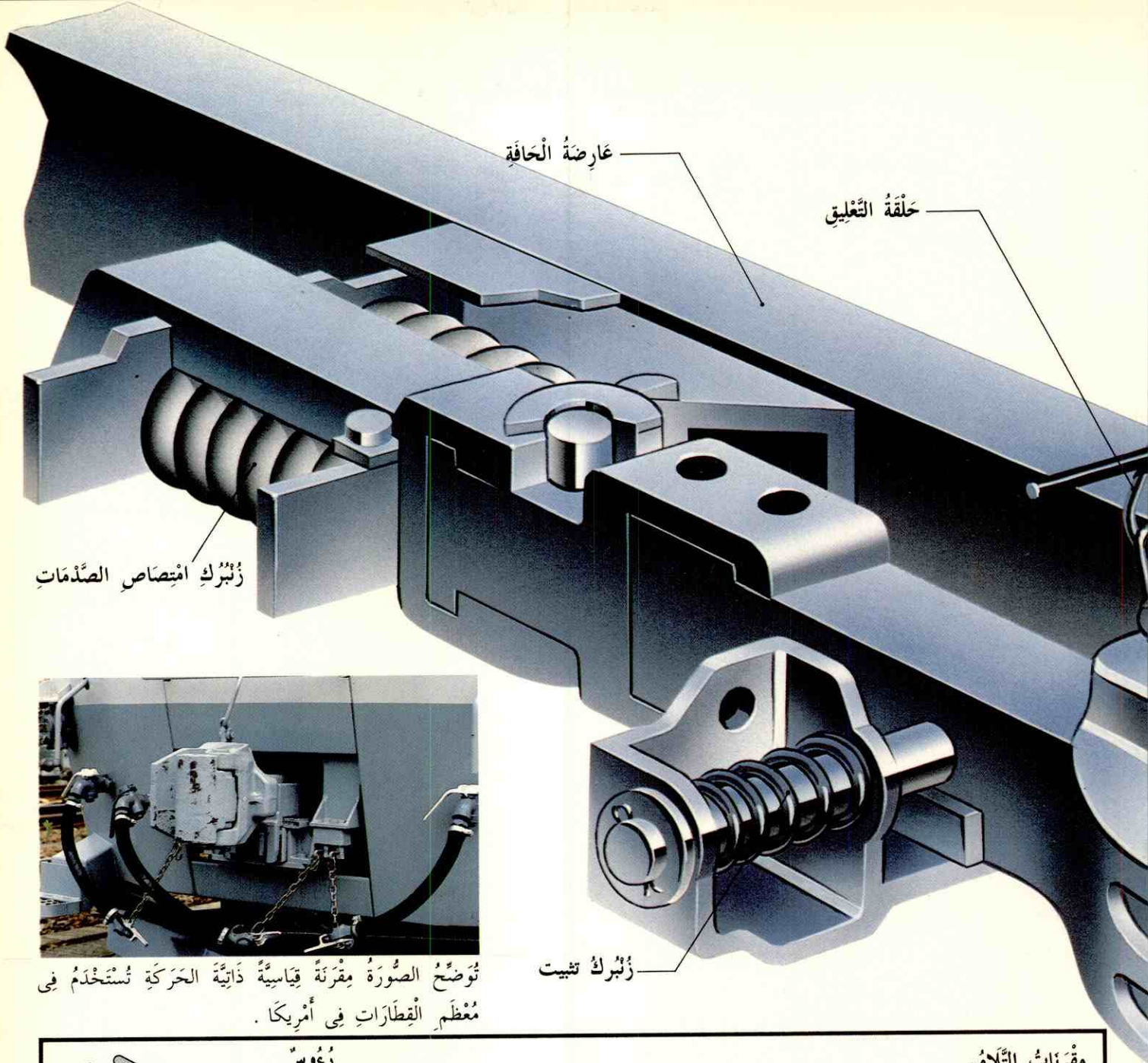
رَأْسٌ

مِقْرَنَاتُ الْمَحَاوِرِ الْمِفْصَلِيَّةِ

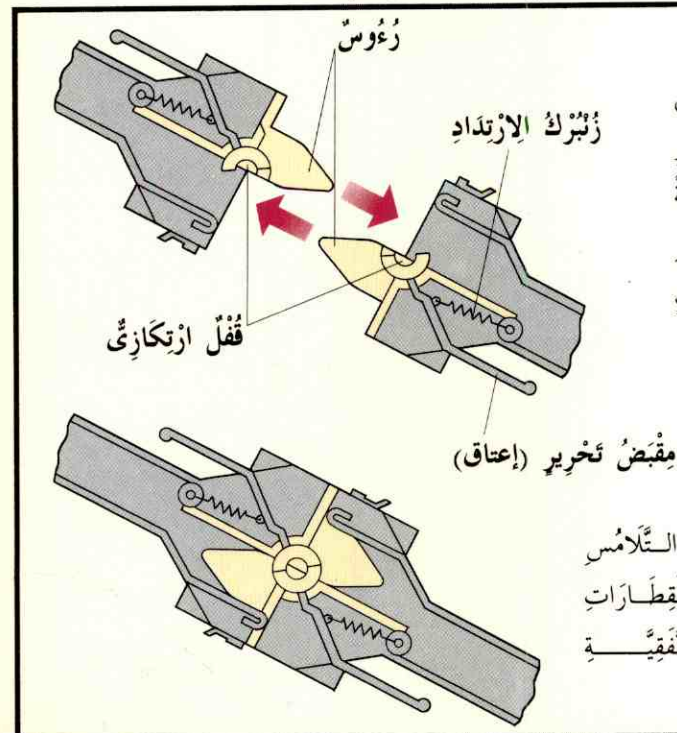


مِحْوَرٌ مِفْصَلِيٌّ



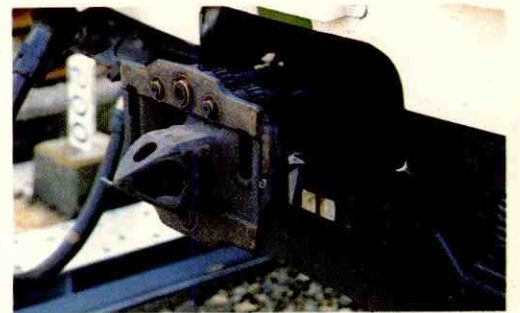


تُوضَّحُ الصُّورَةُ مِقْرَنَةَ قِيَاسِيَّةً ذَاتِيَّةَ الْحَرَكَةِ تُسْتَحْدَمُ فِي مُعْظَمِ الْقِطَارَاتِ فِي أَمْرِيكَ .



مِقْرَنَاتُ التَّلَامُسِ
عِنْدَمَا يَتَقَابَلُ رَأْسَا مِقْرَنَتَيْ تَّلَامُسٍ جَنِبًا إِلَى جَنِبٍ ، فَإِنَّ ذَلِكَ يُؤَدِّي إِلَى إِغْلَاقِ قُفْلِ اِزْتِكَازِيٍّ . وَلِفِكَ التَّقَارُنِ ، يُضْغَطُ عَلَى مَقَابِضِ التَّحْرِيرِ (الإِعْتِاقِ) ، فَتَنْحَرُّ زُبُرُكَاتُ الإِزْتِدَادِ . وَمِقْرَنَاتُ التَّلَامُسِ تُكُونُ وَصْلَةً أَقْوَى مِنْ مِقْرَنَاتِ الْمَحَوِّرِ الْمِفْصَلِيِّ ، وَلِذَلِكَ فَهِيَ تُخَفِّفُ مِنْ اِزْتِجَاجِ الْعَرَبَاتِ عِنْدَ لِحْظَتِي الْاِنْطِلَاقِ وَالْوُقُوفِ . كَمَا أَنَّهَا مَزُودَةٌ أَيْضًا بِوُصْلَاتٍ ذَاتِيَّةٍ لِلْفَرَامِيلِ الْهَوَائِيَّةِ وَالْوُصْلَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ .

تُعْتَبَرُ مِقْرَنَاتُ التَّلَامُسِ قِيَاسِيَّةً لِمُعْظَمِ الْقِطَارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ النَّفْقِيَّةِ وَالْمَرْفُوعَةِ .

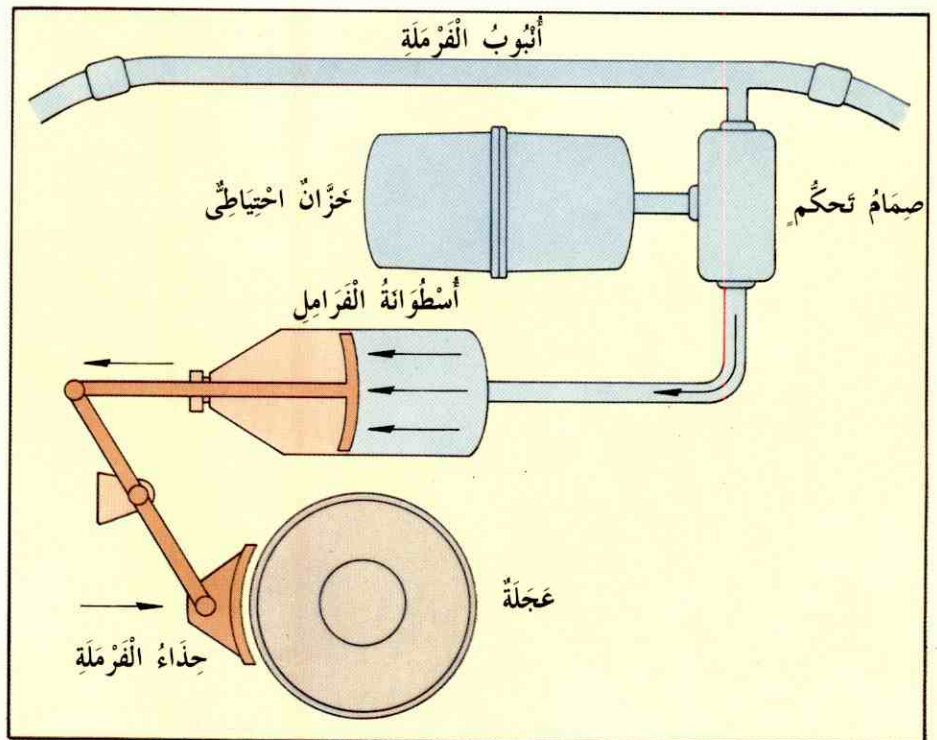


هَلْ فَرَامِلُ الْقِطَارِ مَأْمُونَةٌ؟

الْفَرَامِلَ تَعْمَلُ تَلْقَائِيًّا فَوْرَ حَدُوثِ أَى انْقِطَاعٍ فِي خُطُوطِ
الْهَوَاءِ . وَالْآنَ ، تُحَسُّ الْفَرَامِلُ الْهَوَائِيَّةُ بِحُمُولَةِ الْقِطَارِ ،
وَتُوقَفُ الْقِطَارَ بِالذَّرَجَةِ الْمُنَاسِبَةِ لِحَالَتِهِ .

أَمَّا الْقِطَارَاتُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ فَتُسْتَعْمَدُ نَوْعًا آخَرَ مِنَ
الْفَرَامِلِ ، يَعْتَمِدُ عَلَى مُقَاوِمَةٍ كَهْرُومَعْنَاطِيَسِيَّةٍ بَدَلًا مِنْ
الِإِخْتِكَاكِ لِإِيقَافِ حَرَكَةِ الْعَجَلَاتِ . وَتُسْتَطِيعُ هَذِهِ
الْفَرَامِلُ إِيقَافَ قِطَارٍ خَفِيفٍ نَسِيبًا فِي سُرْعَةٍ وَيُسْرٍ ،
وَلَكِنَّهَا لَا تَسْمَكُنْ مِنْ إِيقَافِ قِطَارَاتٍ أَثْقَلِ مِثْلَ قِطَارَاتِ
الْبَضَائِعِ أَوْ قِطَارَاتِ الرُّكَّابِ الَّتِي تَجْرُهَا قَاطِرَاتٌ .

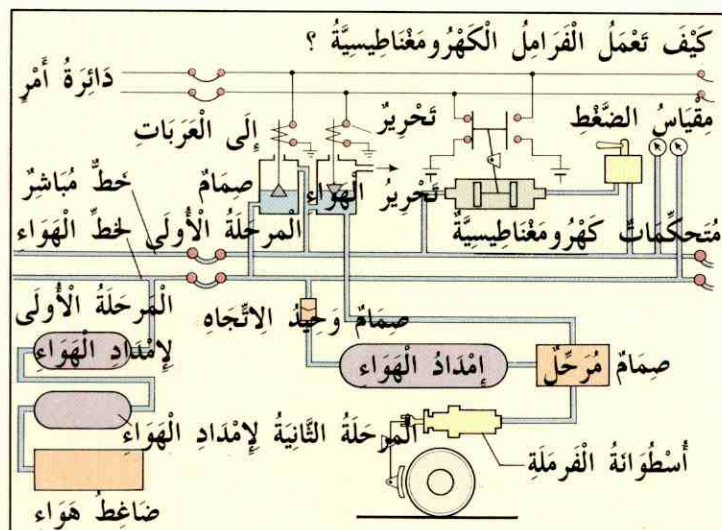
نِظَامُ الْفَرَامِلِ هُوَ أَهَمُّ الْأَنْظِمَةِ الَّتِي يُزَوِّدُ بِهَا الْقِطَارُ .
وَتُستَخدَمُ قِطَارَاتُ الْبُضَائِعِ الْأَمْرِيكِيَّةُ مِنْذُ عَامِ ١٩٠٠
نِظَامُ الْفَرْمَلَةِ الْهَوَائِيَّةِ الدَّائِيَّةِ ، وَهُوَ نِظَامٌ مُعَقَّدٌ مِنْ
الْحَرَاطِيمِ وَالْمَكَابِسِ وَالصَّمَامَاتِ وَالْقَارِنَاتِ الَّتِي
تُسْتَطِيعُ إِيقَافَ قِطَارٍ ذِي ١٥٠ عَرَبَةً بِأَمَانٍ . وَقَدْ اخْتُرِعَ
هَذَا النِّظَامُ عَامَ ١٨٧٢ ، وَتَمَّ تَحْسِينُ جَمِيعِ أَجْزَائِهِ
تَقْرِيبًا ، وَلَكِنَّ طَرِيقَةَ التَّشْغِيلِ الْأَسَاسِيَّةَ لَمْ تَتَغَيَّرْ : فَالْهَوَاءُ
الْمُضْغُوطُ يَدْفَعُ مِكبَسًا ، وَهَذَا الْمِكبَسُ يُحَرِّكُ لُقْمَةً
الْفَرَامِلِ لِتَضَعُطَ عَلَى عَجَلَاتِ الْقِطَارِ (يسار) . وَالْإِخْتِكَافُ
النَّاتِجُ يُوقِفُ الْقِطَارَ . وَيُسَمَّى هَذَا النِّظَامُ ذَاتِيًا لِأَنَّ



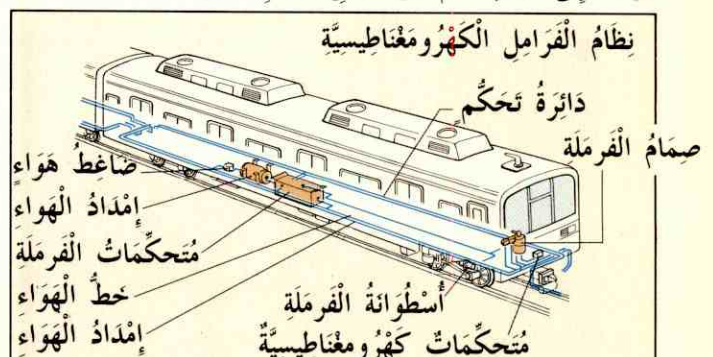
تَشْغِيلُ الْفَرَامِلِ الْهَوَائِيَّةِ ذَاتِيَّةِ الْحَرَكَةِ
عِنْدَمَا يُنْشِطُ الْمُهَنْدِسُ صِمَامَ الْفَرْمَلَةِ (الرسم
المبسّط يمين)، يَمُرُّ الْهَوَاءُ الْمَضْعُوطُ مِنْ أَثْنَى
جِذَاءِ الْفَرْمَلَةِ إِلَى صِمَامِ التَّحْكَمِ إِلَى أُسْطُوَانَةِ
الْفَرْمَلَةِ . فَيَضَعُ عَلَى الْمِكْبَسِ الَّذِي يُحَرِّكُ
الرَّوَافِعَ الَّتِي تَدْفَعُ جِذَاءَ الْفَرْمَلَةِ لِتَضَعُ عَلَى
العَجَلَةِ . وَبِتَحْرِيرِ صِمَامِ الْفَرْمَلَةِ يَنْخَفِضُ
ضَعْفُ الْهَوَاءِ دَاخِلَ أُسْطُوَانَةِ الْفَرْمَلَةِ وَيَتَعَدُّ
الْحِذَاءَ عَنِ الْعَجَلَةِ . وَيُشْعَلُ صِمَامُ التَّحْكَمِ
الْفَرَامِلِ أَيْضًا ذَاتِيًّا فِي حَالَةِ انْفِصَالِ عَرَبَةٍ عَنِ
الْقِطَارِ . وَيَحْتَفِظُ بِهِوَءٌ مَضْعُوطٌ إِضَافِيٌّ فِي
خَزَانٍ احْتِيَاطِيٍّ لِاسْتِعْمَالِهِ عِنْدَ الطَّوَارِ .

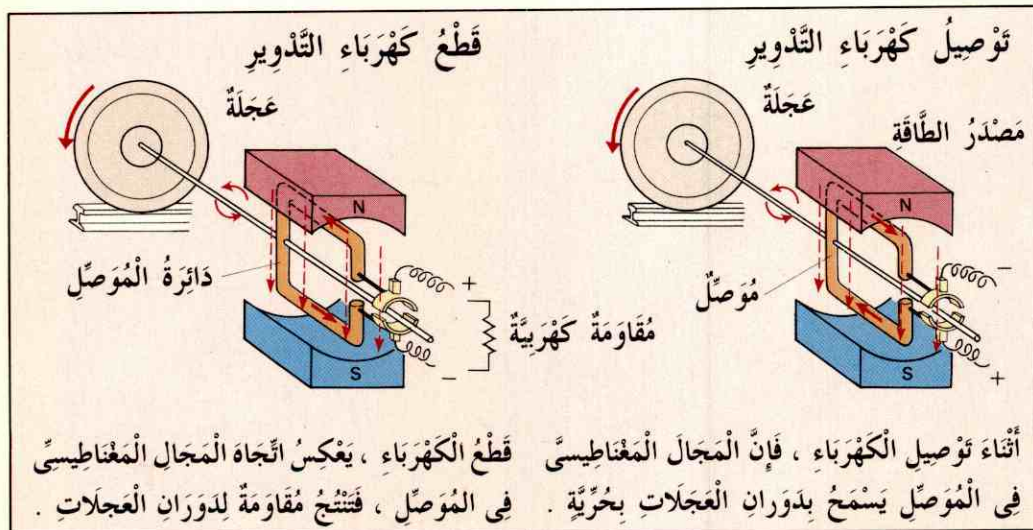
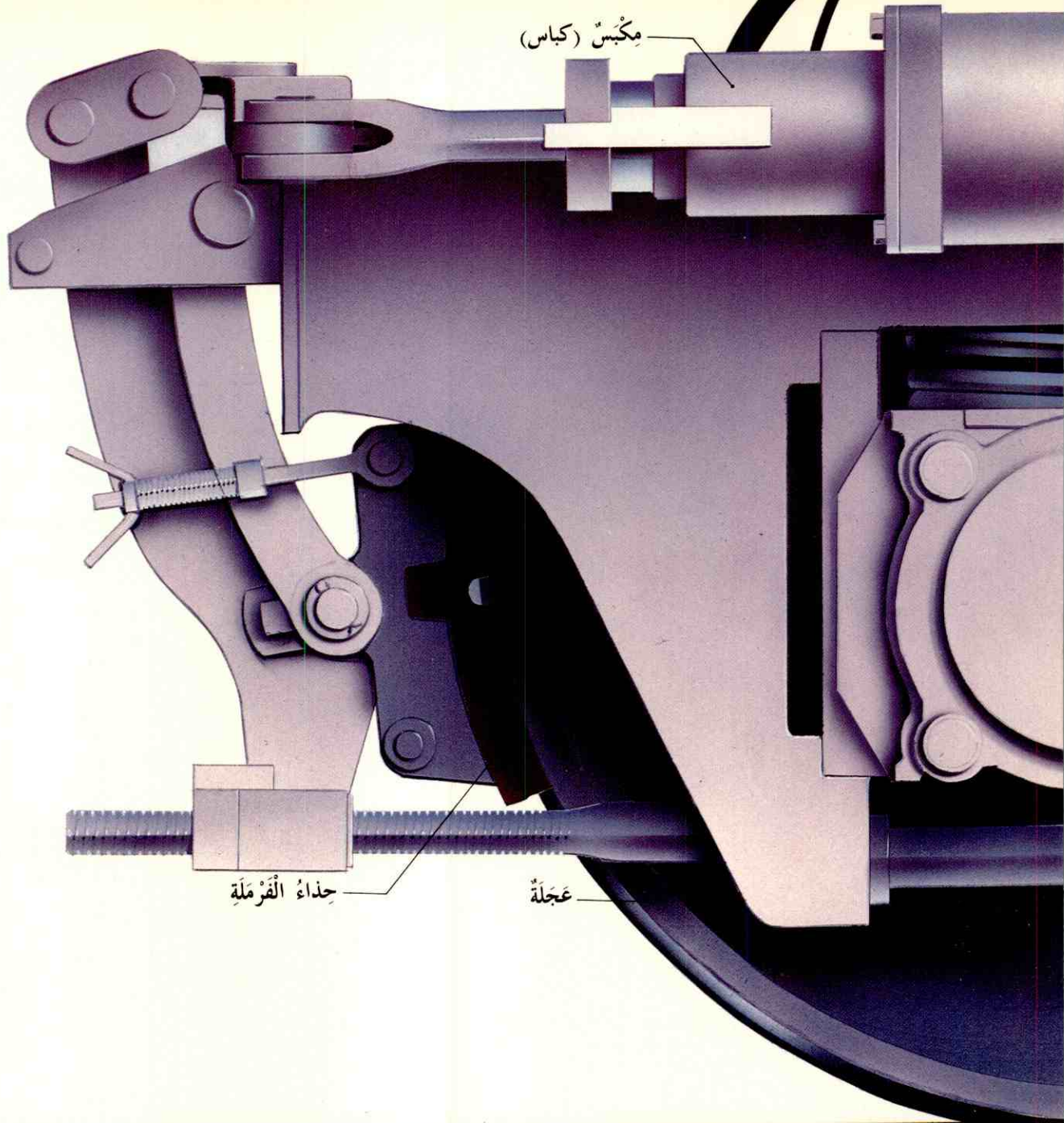
الْفَرَامِلُ الْهَوَائِيَّةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ

تَرْوُدُ قِطَارَاتِ الرُّكَّابِ (أسفل) بِدَائِرَةِ تَحَكُّمِ الْكُتْرُونِيَّةِ تَتَحَكَّمُ فِي ضَعْفِ الْهَوَاءِ الْمُؤَثِّرِ عَلَى أُسْطُوَائَةِ الْفَرْمَلَةِ (يسار). وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى فَرْمَلَةِ أَنْعَمَ مِنْ فَرَامِلِ الْهَوَاءِ الدَّائِيَّةِ .



نِظَامُ الْفَرَامِلِ الْكَهْرُومَغْنَاطِيَّةِ



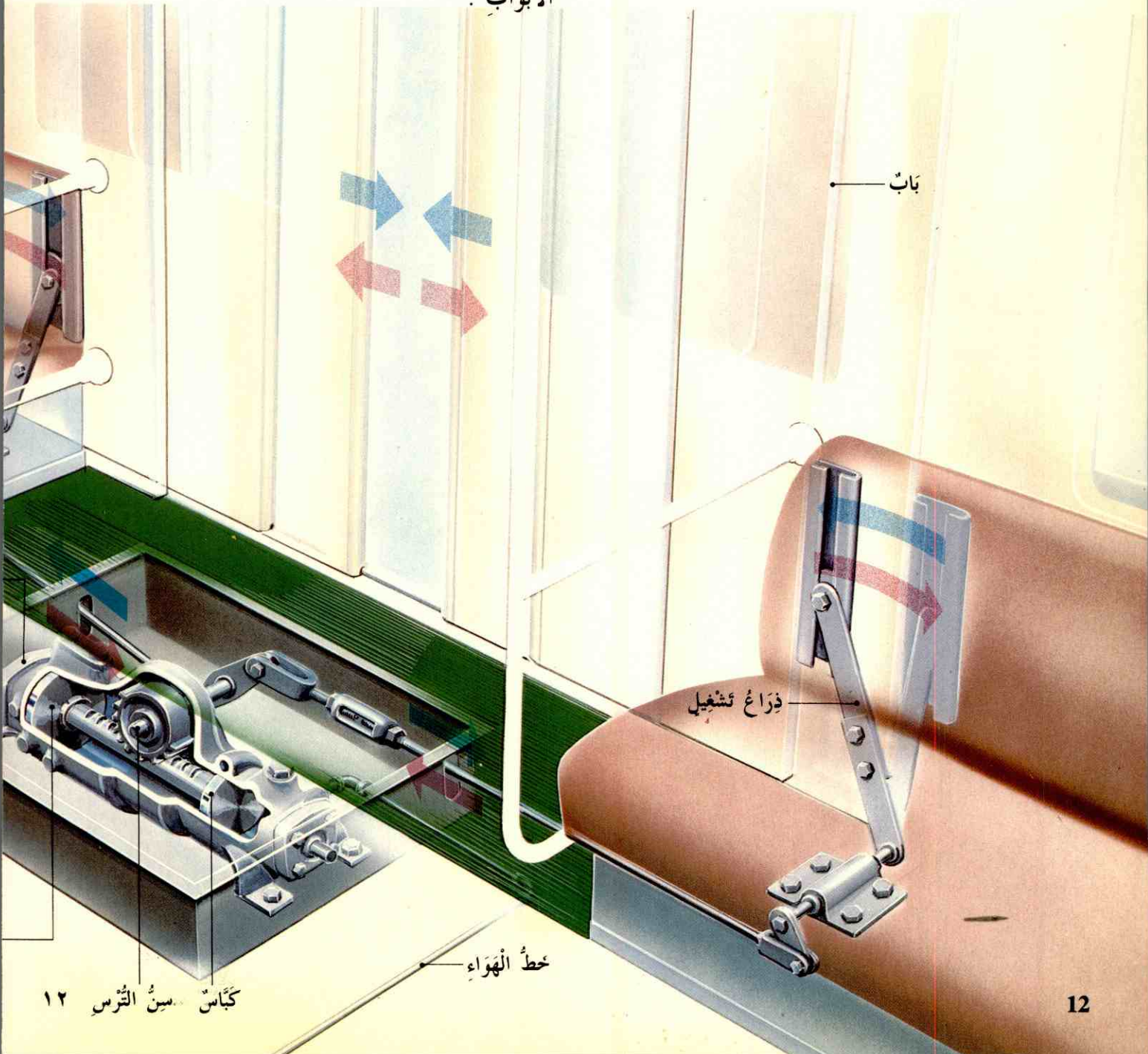


الفرامل الكهرومغناطيسية تعتمد فرامل القطار الكهربائي على مقاومة مغناطيسية بدلاً من الاحتكاك لتوليد فرملة منتظمة لأي سرعة. فيقطع التيار الكهربائي عن محرك الإدارة الكهربائي بتوليد مجال مغناطيسي معاكس يقاوم دوران عجلات القطار. وكلما زاد زمن قطع التيار، كلما كانت الفرملة أقوى.

كَيْفَ تَعْمَلُ أَبْوَابُ الْقِطَارَاتِ التَّائَوِيَّةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ؟

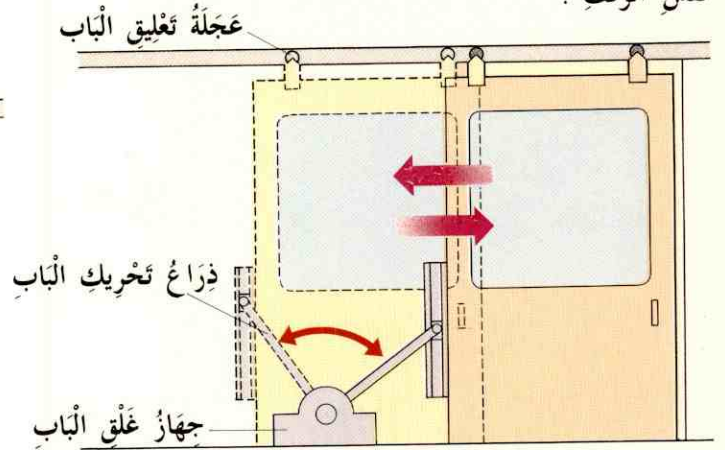
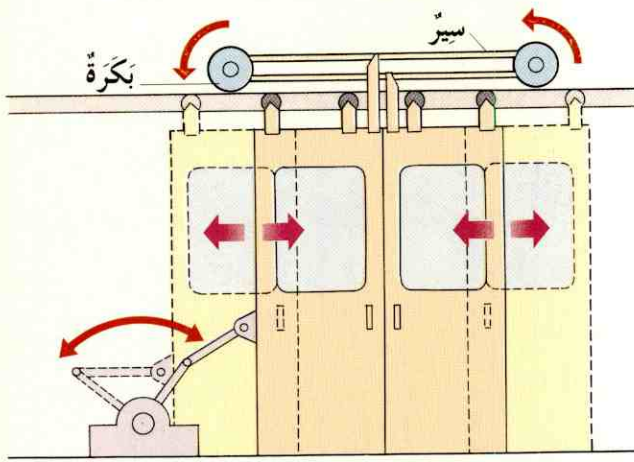
بِتَحْوِيلِ مِفْتَاحِ غَلْقِ الْأَبْوَابِ ، فَتَحَرَّكَ أَسْنَانُ الثَّرَسِ فِي
الِاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ ، وَتَنَزَّلُ الْأَبْوَابُ لِتُعْلَقَ .
وَعِنْدَمَا تَكُونُ الْأَبْوَابُ مُعْلَقَةً ، فَإِنَّهَا لَا تَنْفَتِحُ مُصَادَفَةً ،
لِوُجُودِ قُفْلٍ يَمْنَعُ ذَلِكَ . كَمَا أَنَّ آليَّةَ الْأَمَانِ بِالْقِطَارِ تَمْنَعُهُ
مِنَ الْحَرَكَةِ ، إِذَا لَمْ تَكُنْ جَمِيعُ الْأَبْوَابِ مُحْكَمَةً
الْعَلْقِ .. وَأَيُّ بَابٍ يَظَلُّ مَفْتُوحًا ، لَا يَنْطَفِئُ الصَّوْتُ فَوْقَهُ ،
فَيَنْتَبِهُ إِلَيْهِ أَفْرَادُ الطَّاقِمِ .
وَعَادَةً ، يَكُونُ مَصْدَرُ الطَّاقَةِ الَّذِي يُشغِّلُ الْأَبْوَابَ هُوَ
نَفْسَ مَصْدَرِ طَاقَةِ تَشغِيلِ الْقِطَارِ . وَإِذَا تَعَطَّلَتِ الطَّاقَةُ ،
تَعْمَلُ مَجْمُوعَةُ الْبُطَارِيَّاتِ الْمُثَبَّتَةِ بِالْقِطَارِ ، وَيُمْكِنُ فَتْحُ
الْأَبْوَابِ .

إِنَّ إِحْدَى السَّمَاتِ الْمُمَيَّزَةِ لِلْقِطَارِ التَّائَوِيَّةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ
الْحَدِيثِ هِيَ الْمَجْمُوعَةُ الْعَدِيدَةُ مِنْ أَبْوَابِهِ الْمُنَزَّلَةِ ذَاتِيًّا .
فَعِنْدَ الْوُصُولِ لِلْمَحْطَةِ ، يُحَوَّلُ أَحَدُ أَفْرَادِ طَاقِمِ الْقِيَادَةِ
الْمِفْتَاحَ الْكَهْرَبِيَّ لِفَتْحِ الْأَبْوَابِ . وَهَذَا يَنْشِطُ أَسْنَانُ
الثَّرَسِ الَّتِي تُحَرِّكُهَا الْكَبَاسَاتُ تَحْتَ أَزْوَاجِ الْأَبْوَابِ
عَلَى طُولِ أَحَدِ جَانِبَيْ الْقِطَارِ . أَمَّا أَبْوَابُ الْجَانِبِ الْآخَرِ
فَلَا تُفْتَحُ . وَحَرَكَةُ أَسْنَانِ الثَّرَسِ تُوَدَّى إِلَى الْتِرْلَاقِ ذِرَاعِ
التَّحْكُمِ فِي الْبَابِ فَتَفْتَحُهُ (أَسْفَلَ) . وَفِي بَعْضِ الْقِطَارَاتِ
يُوجَدُ صَوْتُ خَارِجِ الْعَرَبَةِ فَوْقَ كُلِّ بَابٍ . وَعِنْدَمَا تَخْلُو
الْأَبْوَابُ مِنَ الرُّكَّابِ ، يَقُومُ نَفْسُ فَرْدٍ طَاقِمِ الْقِيَادَةِ

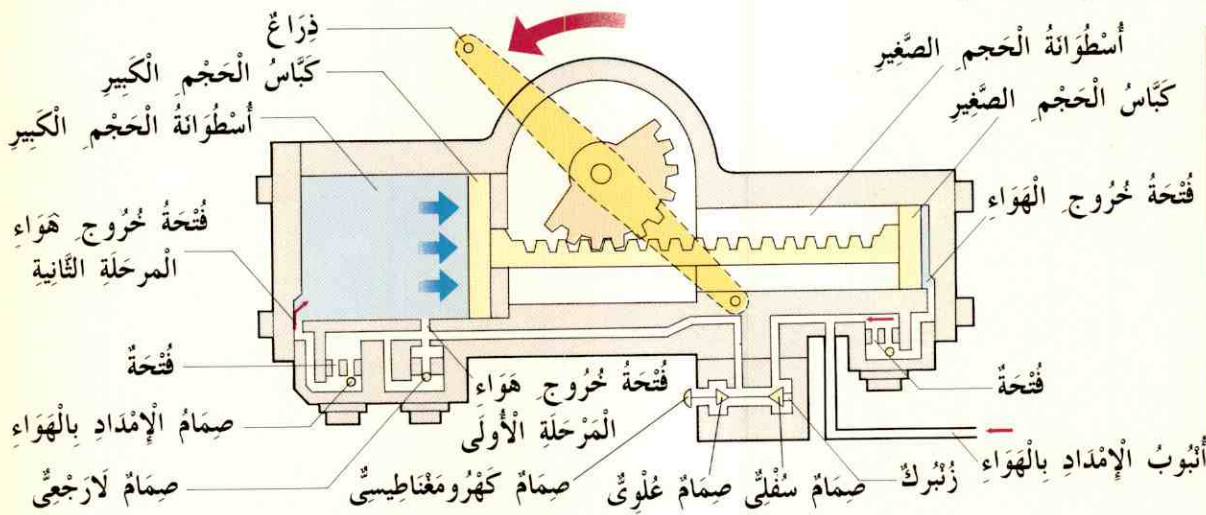


الْأَبْوَابُ الْأَحَادِيَّةُ وَالْمَزْدَوِجَةُ

يُعْلَقُ الْبَابُ الْأَحَادِيُّ (أَسْفَلَ يَمِين) مِنْ مَسَارِهِ بِوَاسِطَةِ عَجَلَاتٍ صَغِيرَةٍ . وَتَقُومُ ذِرَاعُ آلِيَّةِ بَتَحْرِيكِ الْقَضِيبِ الَّذِي يَفْتَحُ الْبَابَ وَيُغْلِقُهُ . أَمَّا الْبَابُ الْمَزْدَوِجُ (أَسْفَلَ يَسَار) فَيَعْتَمِدُ عَلَى نِظَامِ « السَّيْرِ وَالْبَكْرَةِ » لِرَبْطِ الْبَابَيْنِ مَعًا ، بِحَيْثُ إِذَا دَفَعَ الذَّرَاعُ أَحَدَهُمَا أَوْ جَذَبَهُ ، فَإِنَّ الْبَابَ الْآخَرَ يَتَحَرَّكُ فِي الْإِتْجَاهِ الْمُضَادِّ فِي نَفْسِ الْوَقْتِ .

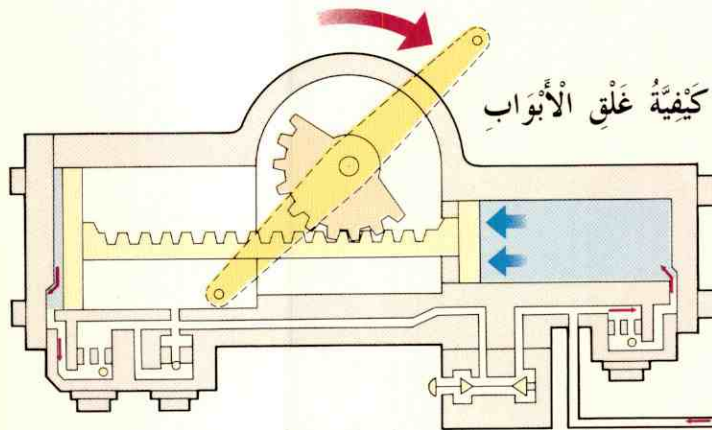


كَيْفِيَّةُ فَتْحِ الْأَبْوَابِ .



عِنْدَمَا يُحَوَّلُ مُشْعَلُ الْقِطَارِ مِفْتَاحَ فَتْحِ الْبَابِ ، يَدْخُلُ الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ إِلَى أُسْطُوَانَةِ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ (أَعْلَى) خِلَالَ سِلْسِلَةِ صِمَامَاتٍ ، فَيَدْفَعُ كَبَاسُ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ الَّذِي يُحَرِّكُ أَسْنَانَ التَّرْسِ وَيُؤَدِّي إِلَى دَوْرَانِ الذَّرَاعِ ، فَتُفْتَحُ الْأَبْوَابُ الْمُتَّصِلَةُ بِهِ .

ذِرَاعُ التَّحْكُمِ فِي الْبَابِ



يُحَوَّلُ مُشْعَلُ الْقِطَارِ مِفْتَاحَ غَلْقِ الْبَابِ الَّذِي يُعِيدُ تَوْجِيهَ الْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ مِنْ أُسْطُوَانَةِ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ إِلَى أُسْطُوَانَةِ الْحَجْمِ الصَّغِيرِ . فَيَحَرِّكُ كَبَاسُ الْحَجْمِ الصَّغِيرِ أَسْنَانَ التَّرْسِ وَتَدْوَرُ الذَّرَاعُ وَتُغْلَقُ الْأَبْوَابُ .

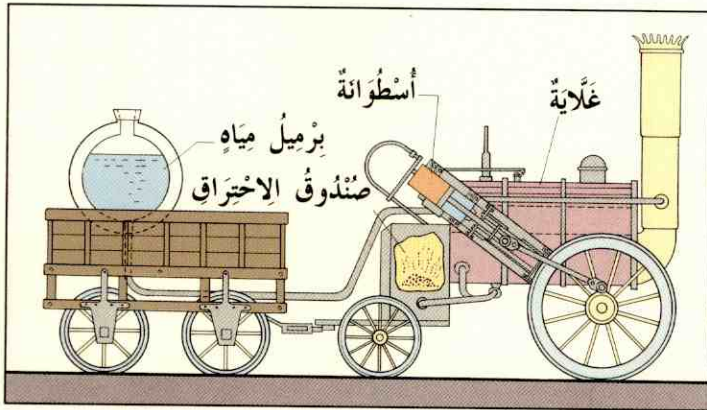


صَوٌّ أَحْمَرُ إِشَارَةٌ لِلْأَبْوَابِ الْمَفْتُوحَةِ

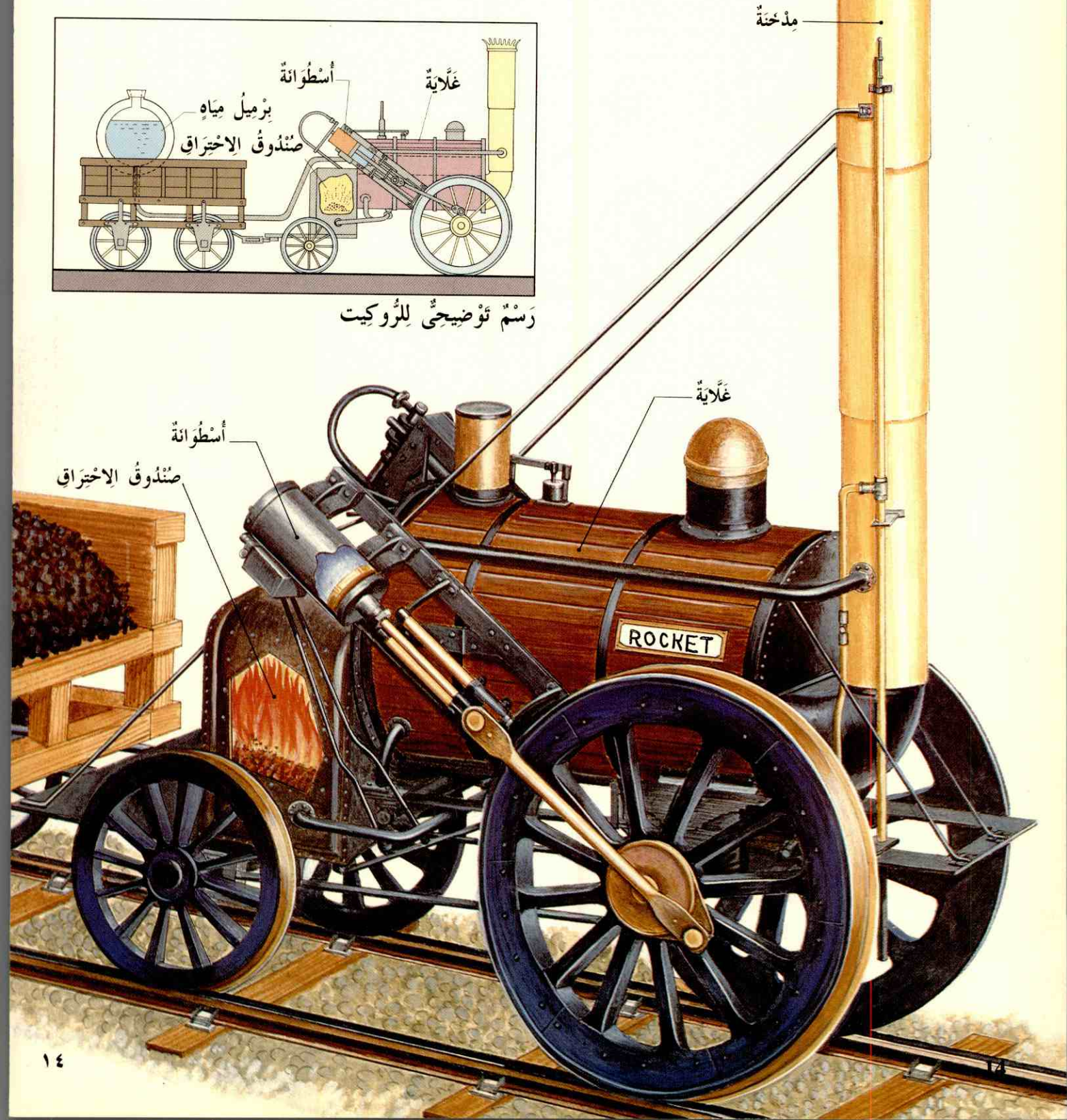
كَبَاسُ الْحَجْمِ الْكَبِيرِ

كَيْفَ كَانَتِ الْقِطَارَاتُ الْبَدَائِيَّةُ؟

بَدَأَ عَصْرُ السَّكِّكِ الْحَدِيدِيَّةِ عَامَ ١٨٠٤ حِينَ قَامَتِ قَاطِرَةٌ بُخَارِيَّةٌ بِسَحْبِ حُمُولَةٍ مِنَ الْحَدِيدِ دَاخِلَ مَصْنَعِ الْحَدِيدِ بِإِقْلِيمِ وَيْلزِ الْإِنْجِلِيزِيِّ . وَبَعْدَ ٢٥ عَامًا ، بَنَى الْمُهَنْدِسُ الْإِنْجِلِيزِيُّ جُورْجِ سِيْفِنْسُونُ الْقَاطِرَةَ الْبُخَارِيَّةَ رُوكِيتَ — أَى الصَّارُوخَ — ذَاتِ التَّصْمِيمِ الْفَرِيدِ الَّتِي فَازَ بِجَائِزَةٍ ٥٠٠ £ فِي مُسَابَقَةِ اخْتِيَارِ أَفْضَلِ قَاطِرَةٍ ، وَالَّتِي أَقَامَتَهَا شَرِكَةُ خُطُوطِ لِيْفِرْبُولِ وَمَانْشِسْتَرِ . وَقَدْ أَصْبَحَ خُطُّ لِيْفِرْبُولِ : مَانْشِسْتَرِ بَدَايَةَ نَاجِحَةٍ لِفَتْرَةٍ طَوِيلَةٍ مِنْ تَشْيِيدِ الْخُطُوطِ الْحَدِيدِيَّةِ عِبْرَ أَوْرُوبَا وَآمَرِيكََا .



رَسْمٌ تَوْضِيحِيٌّ لِلرُّوكِيتِ



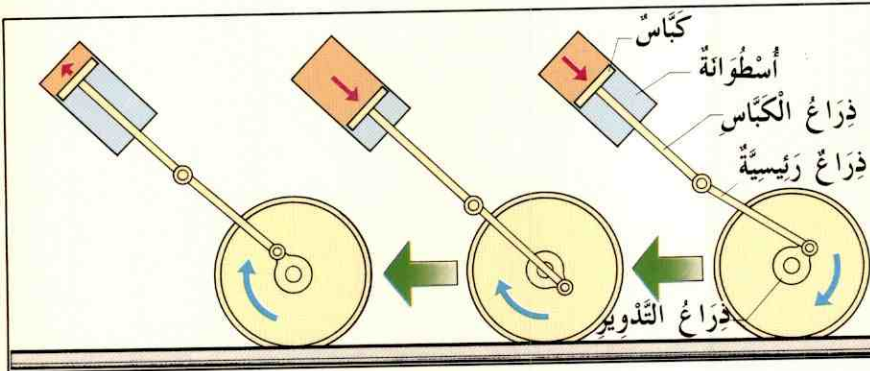
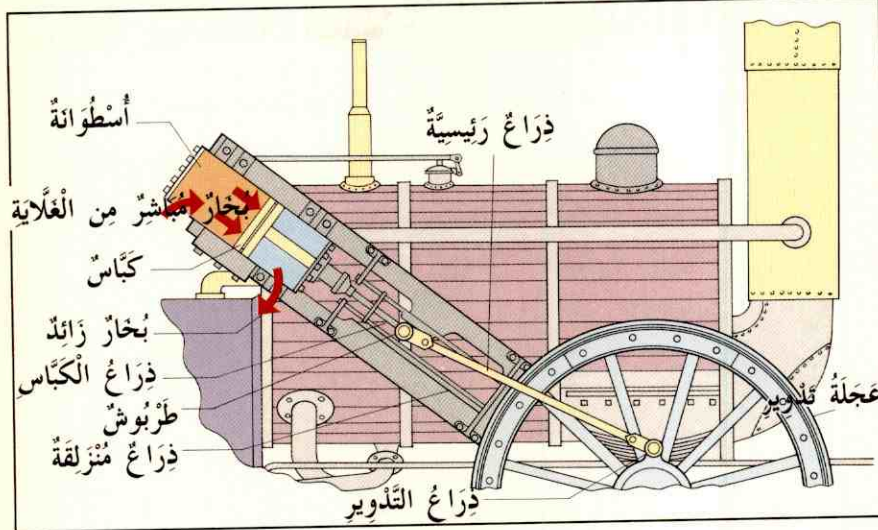
الرُّوكِيت (الصَّاروخ)

تَكُونَت الرُّوكِيت (أسفل) مِنْ ٣ أَجْزَاءٍ رَئِيسِيَّةٍ :
الْقَاطِرَةُ الَّتِي حَمَلَت غَلَايَةَ الْبُخَّارِ وَأَسْطُوَانَاتِ
التَّدْوِيرِ ، وَصَنْدُوقَ الْإِحْتِرَاقِ الَّذِي كَانَ الْفَحْمُ
يَحْتَرِقُ بِدَاخِلِهِ ، وَالْعَرَبَةَ الَّتِي حَمَلَت الْمَاءَ وَالْوُقُودَ .
وَالْبُخَّارُ الْخَارِجُ مِنَ الْغَلَايَةِ كَانَ يَزُوْدُ الْأَسْطُوَانَتَيْنِ
الْكَبِيرَتَيْنِ بِالْقُدْرَةِ لِتَحْرِيكِ الْعَجَلَتَيْنِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ
الْكَبِيرَتَيْنِ لِلْقَاطِرَةِ وَالْمُتَّصِلَتَيْنِ بِالْأَسْطُوَانَتَيْنِ (يسار) .
وَبِفَضْلِ تَصْصِيمِ صَنْدُوقِ الْإِحْتِرَاقِ وَالْغَلَايَةِ أُعْتَبِرَتِ
الرُّوكِيتُ أَوَّلَ قَاطِرَةٍ عَمَلِيَّةٍ وَقَادَتْ إِلَى نَجَاحِ السَّكَاكِ
الْحَدِيدِيَّةِ الْبَدَائِيَّةِ .

عَجَلَةُ تَدْوِيرِ ثَكْسِبُ قُدْرَتِهَا مِنْ كِبَاسٍ

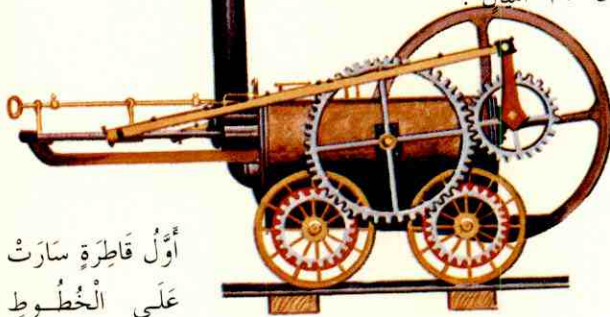
يَدْخُلُ الْبُخَّارُ مِنَ الطَّرَفِ الْعُلْوِيِّ لِلْأَسْطُوَانَةِ وَيَنْدَفِعُ
الْكِبَاسُ لِأَسْفَلِ ، فَيَتَحَرَّكُ الذَّرَاعَانِ ، وَيَلْفُ ذِرَاعُ
التَّدْوِيرِ عَلَى الْعَجَلَةِ . ثُمَّ يَدْخُلُ الْبُخَّارُ مِنْ قَاعِ
الْأَسْطُوَانَةِ ، وَيَنْدَفِعُ الْكِبَاسُ لِأَعْلَى سَاجِبَا الذَّرَاعَيْنِ ،
فَتَدُورُ الْعَجَلَةُ إِلَى الْأَمَامِ .

بِرْمِيلُ مِيَاهٍ

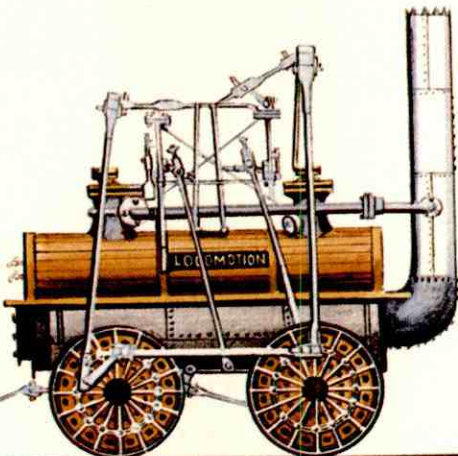


قَاطِرَاتُ بُخَّارِيَّةٍ بُدَائِيَّةٍ أُخْرَى

بَنَى الْمُهَنْدِسُ الْبَرِيطَانِيُّ رِيسْتَارْدِ
تِرِيفِينِكُ أَوَّلَ قَاطِرَةٍ بُخَّارِيَّةٍ . وَنَقَلَتْ
عَامَ ١٨٠٤ ، ١٠ أَطْنَانٍ مِنَ الْحَدِيدِ
مَسَافَةَ ١٠ أَمْيَالٍ .



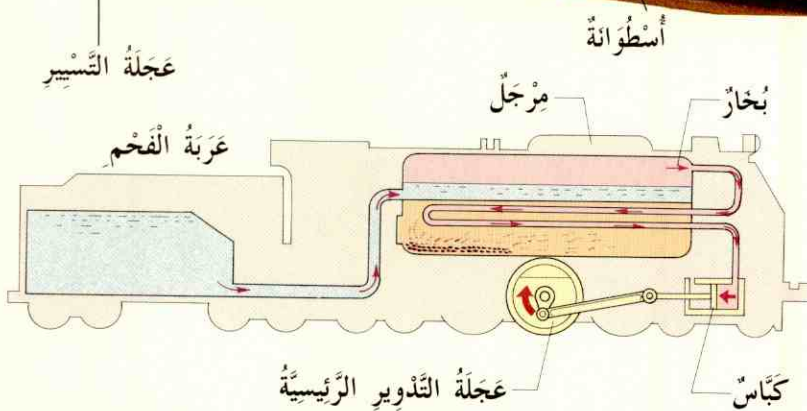
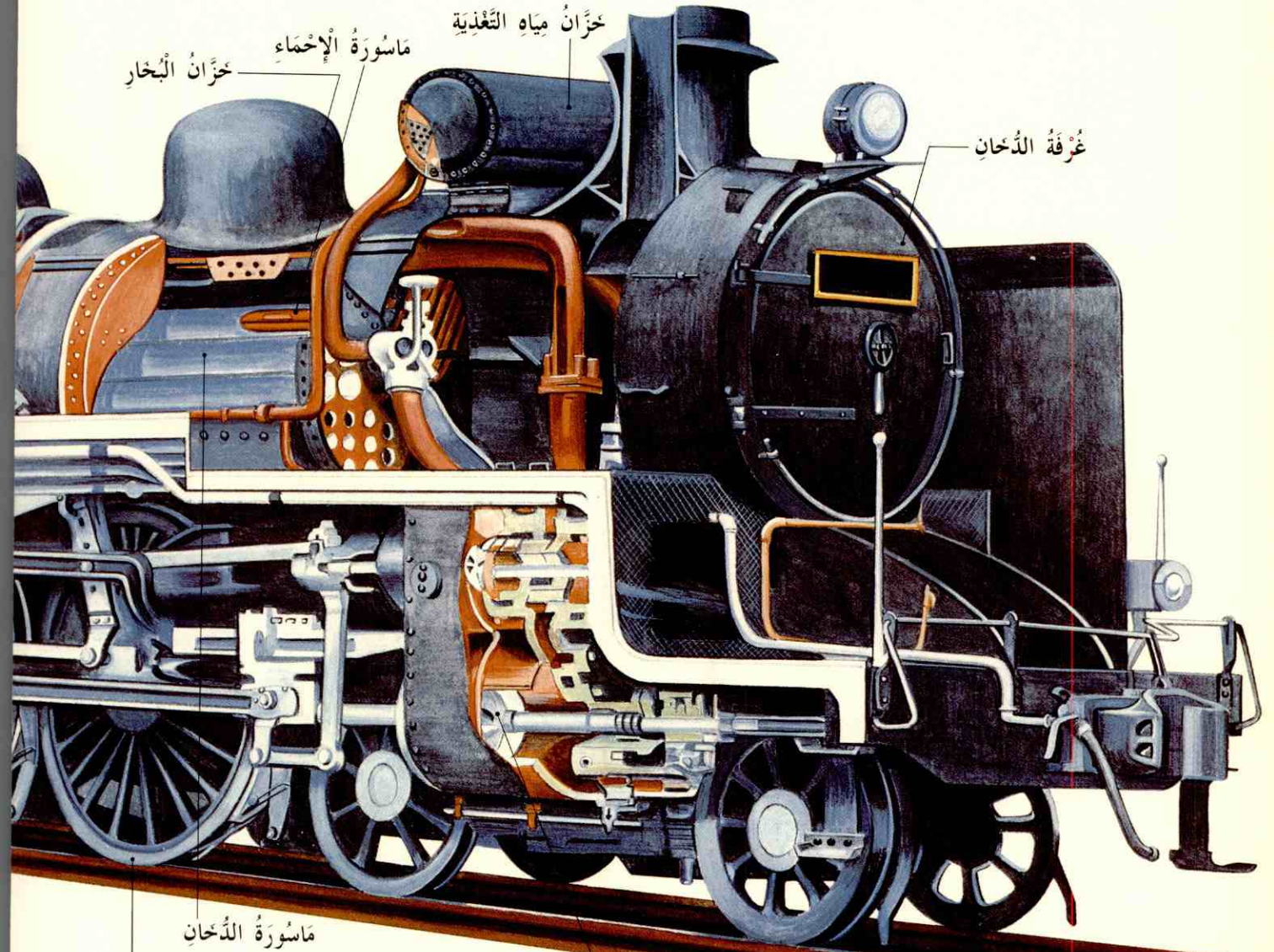
أَوَّلَ قَاطِرَةٍ سَارَتْ
عَلَى الْخُطُوطِ
الْحَدِيدِيَّةِ الْعَامَّةِ
هِيَ «لُوكُوْمُوش»
الَّتِي بُنِيَتْ فِي
إِنْجِلْتَرَا عَامَ
١٨٢٥ . وَلَمْ
تَكُنْ عَمَلِيَّةً ، فَلَمْ
تَتَفَوَّقْ عَلَى الْقِطَارِ
الَّذِي يَجْرُهُ
حَصَانٌ إِلَّا
بِمُمَيَّزَاتٍ قَلِيلَةٍ .



كَيْفَ تَعْمَلُ الْقَاطِرَةُ الْبُخَارِيَّةُ؟

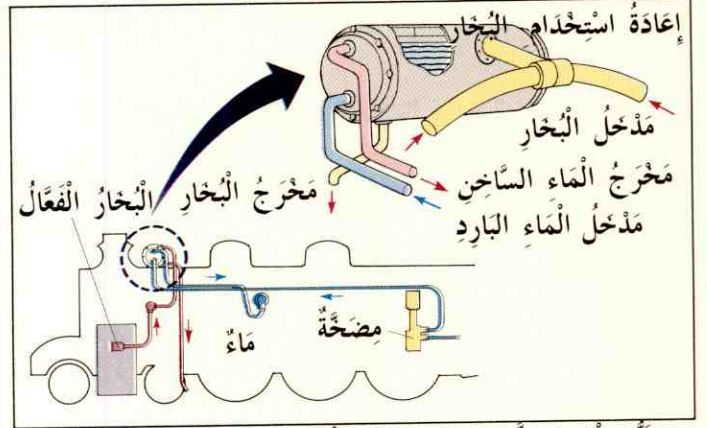
الْقُرْنُ التَّاسِعَ عَشَرَ وَحَتَّى بَعْدَ الْحَرْبِ الْعَالَمِيَّةِ الثَّانِيَةِ .
وَمَا زَالَتْ تُسْتَخْدَمُ عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ فِي الْهِنْدِ وَالصِّينِ .
وَلَكِنْ يُعَابُ عَلَيْهَا نَقْصُ الْكِفَاءَةِ ، لِأَنَّهُ — حَتَّى فِي أَفْضَلِ
قَاطِرَةٍ بُخَارِيَّةٍ — يَتَحَوَّلُ فَقْطَ حَوَالِي ٦٪ مِنَ الطَّاقَةِ
النَّاتِجَةِ عَنْ اخْتِرَاقِ الْفُحْمِ إِلَى حَرَكَةٍ .

تُسْتَخْدَمُ الْقَاطِرَةُ الْبُخَارِيَّةُ طَاقَةَ الْبُخَارِ عَالِي الضَّغْطِ
لِتَحْرِيكِ سِلْسِلَةٍ مِنَ الْكَبَاسَاتِ الْمُتَّصِلَةِ مُبَاشَرَةً بِعَجَلَاتِ
الْقَطَارِ ، بِوَاسِطَةِ أَذْرُعِ تَوْصِيلٍ (أَسْفَلَ) . وَبَسَاطَةً
تَصْمِيمِهَا وَوَاقِعِيَّتِهَا الْعَمَلِيَّةُ جَعَلَتْهَا الْأَكْثَرُ اسْتِعْمَالًا خِلَالَ
الْفَتْرَةِ الْمُتَمَدِّدَةِ مِنْ اخْتِرَاعِ الْقَاطِرَاتِ الْأُولَى فِي بَدَايَةِ



الْقَاطِرَةِ الْبُخَارِيَّةِ
فِي الْقَاطِرَاتِ الْبُخَارِيَّةِ الْحَدِيثَةِ ، تَتِمُّ تَغْدِيَةُ صُنْدُوقِ
الْإِخْتِرَاقِ ذَاتِيًا بِالْفُحْمِ مِنْ عَرَبَةِ الْفُحْمِ ، وَيَخْتَرِقُ
الْفُحْمُ عِنْدَ حَوَالِي ١٤٠٠ م . أَمَّا الْمَاءُ الْمَخْزُونُ فِي
نَفْسِ الْعَرَبَةِ ، فَيُسَخَّنُ مَرَّتَيْنِ فِي الْعَلَايَةِ لِيَتَحَوَّلَ إِلَى بُخَارٍ
مُرْتَفِعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ وَالضَّغْطِ . ثُمَّ يَمُرُّ خِلَالَ
الْأَسْطُوَانَاتِ ، فَيَحْرِّكُ الْكَبَاسَاتِ وَتَدُورُ عَجَلَاتُ
التَّدْوِيرِ . وَتَكْتَفِ بِغَضِّ الْبُخَارِ إِلَى مَاءٍ يَعُودُ لِلْعَلَايَةِ ،
أَمَّا بَاقِي الْبُخَارِ فَيَنْدَفِعُ مِنَ الْمِدْحَنَةِ .

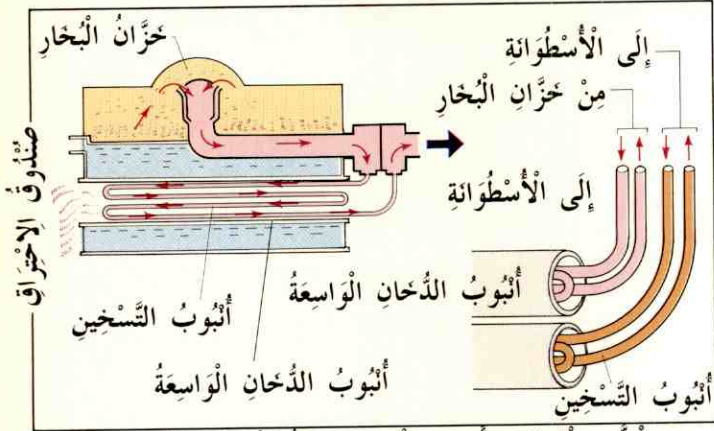
الاحتفاظ بالحرارة



يظلُّ البخارُ الذي مرَّ خلالَ الكباساتِ ساخنًا . وفي بعض القطارات ، يُستخدمُ جزءٌ من البخارِ الفعّالِ لتسخينِ الماءِ الباردِ قبلَ إدخاله للغلاية .

وعاء الرمل

رفع درجة الحرارة



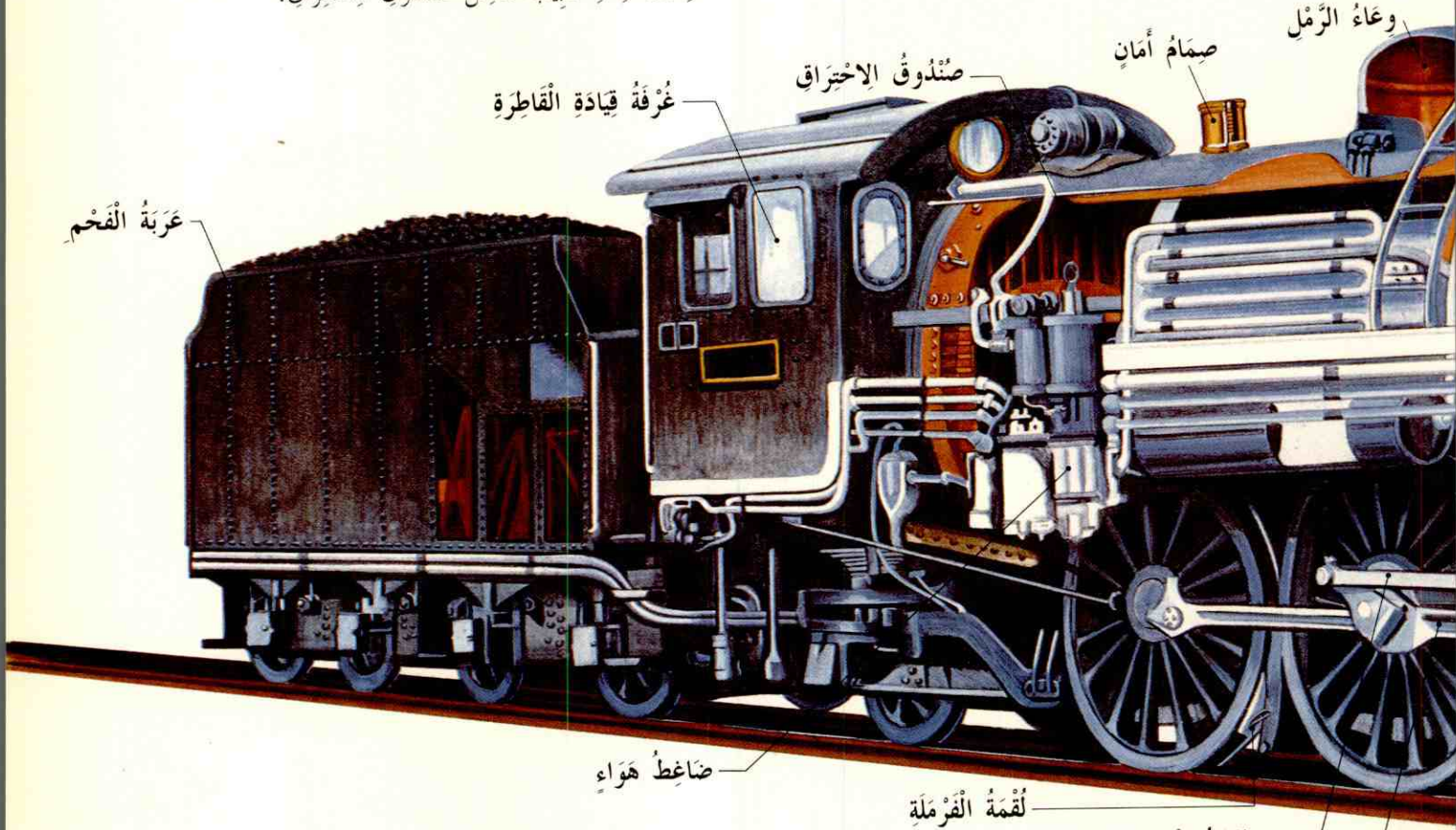
في الغلاية المزودة بأنابيب للماء ، يدخل الماء الدافئ إلى الخزان المحيط بصندوق الاحتراق فيتحول إلى بخار . ثم يمرُّ البخارُ خلالَ عدّة أنابيب داخل صندوق الاحتراق .

صندوق الاحتراق

صمام أمان

غرفة قيادة القاطرة

غربة الفحم



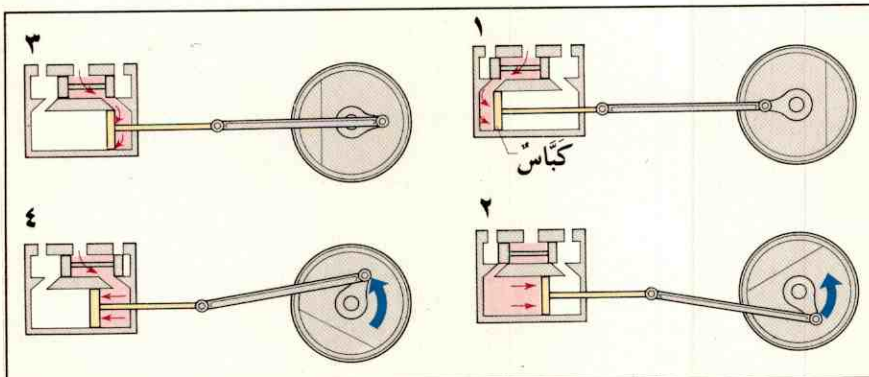
لقمة الفرملة

ذراع توصيل

عجلة تسيير

كباس يعمل بالبخار

عندما يُفتح الصمام الأيسر للكباس ، فإنه يسمح بدخول البخار العالي الضغط (شكل ١) ، الذي يدفع الكباس إلى اليمين ويدير العجلة (شكل ٢) . ثم يُغلق الصمام الأيسر ويُفتح الصمام الأيمن ، فيسمح بدخول البخار إلى الجهة الأخرى من الكباس (شكل ٣) . وهذا البخار يدفع الكباس إلى الرجوع لنقطة البداية ، وتكمل العجلة دورة كاملة (شكل ٤) .



مَا هِيَ مُمَيَّزَاتُ الْقِطَارِ الْفَاحِرِ؟

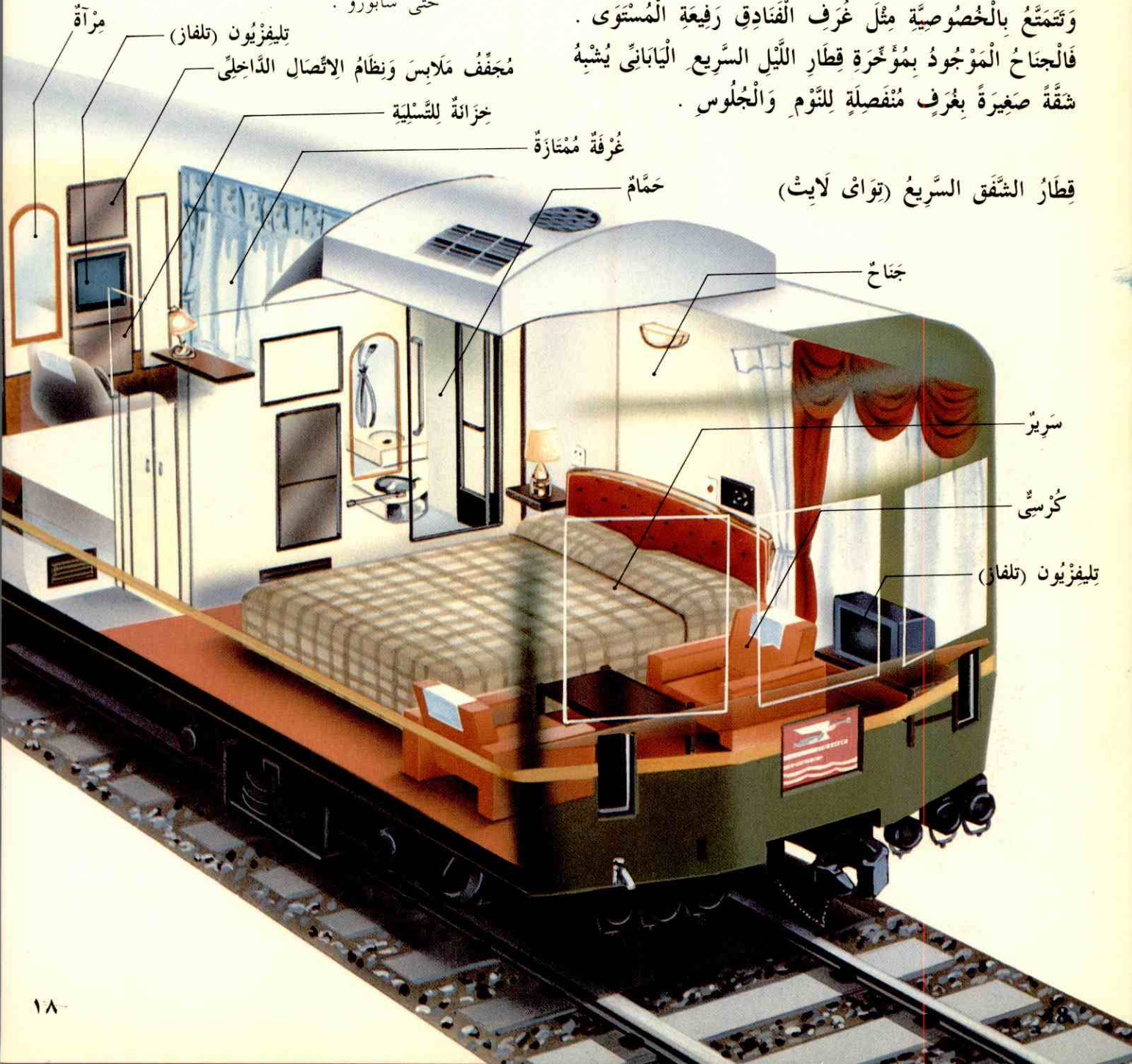
عَلَّقَ الْأَمْرِيكِيُّ جيمس ج. هيل مَلِكُ الْخُطُوطِ الْحَدِيدِيَّةِ قَائِلًا «إِنَّ قِطَارَاتِ الرُّكَّابِ لَيْسَتْ نَافِعَةً وَلَا تُرْفِيهِةً». وَمِنْ الْوَاضِحِ أَنَّهُ لَمْ يَرْكَبْ فِي حَيَاتِهِ قِطَارًا سَائِيًا مَارِيًا الَّذِي بَنَتْهُ شَرِكَةُ بُولْمَانِ لِلْمَقْصُورَاتِ ، وَعَرَضَتْهُ عَامَ ١٨٩٣ فِي مَعْرَاضِ كُولُومْبِيَا الْعَالَمِيِّ . وَبَعْدَ ذَلِكَ مُبَاشَرَةً ارْتَبَطَ اسْمُ جُورْجِ مُورْتِيمِرِ بُولْمَانِ بِالتَّرَفِ ، وَغُرِفَتِ الْقِطَارَاتُ الْأَمْرِيكِيَّةُ عَلَى مُسْتَوَى الْعَالَمِ بِمُمَيَّزَاتِهَا الْفَاحِرَةِ .

وَقِطَارَاتُ الْيَوْمِ الْفَاحِرَةِ مِثْلُ قِطَارِ الشَّرْقِ السَّرِيعِ الْأُورُوبِيِّ وَقِطَارِ الشَّقِّقِ السَّرِيعِ الْيَابَانِيِّ (أَسْفَلَ) ، تُعِيدُ إِلَى الْأَذْهَانِ جَوَّ الْإِرْتِيَّاحِ الَّذِي صَاحَبَ الْأَيَّامَ الْمَجِيدَةَ لِإِنْشَاءِ خُطُوطِ السَّكِّكِ الْحَدِيدِيَّةِ . فَابْتَسَطَ الْغُرَفُ مَجْهَرَةً بِتِلْفِزِيُونَاتٍ وَأَسْبَابِ الرَّاحَةِ الْأُخْرَى ، أَمَّا الْغُرَفُ الْفَاحِرَةُ فَهِيَ مُرِيحَةٌ وَتَمْتَعُ بِالْخُصُوصِيَّةِ مِثْلُ غُرَفِ الْفَنَادِقِ رَفِيعَةِ الْمُسْتَوَى . فَالْجَنَاحُ الْمَوْجُودُ بِمُؤَخَّرَةِ قِطَارِ اللَّيْلِ السَّرِيعِ الْيَابَانِيِّ يُشْبِهُ شَقَّةً صَغِيرَةً بِغُرَفٍ مُتَفَصِّلَةٍ لِلنَّوْمِ وَالْجُلُوسِ .



قِطَارُ الشَّقِّقِ السَّرِيعِ الْيَابَانِيِّ يَسْتَعِدُّ لِمُعَادَرَةِ مِحْطَةِ أُوسَاكَا . وَسَيَقْطَعُ فِي ٢١ سَاعَةً مَسَافَةً الـ ٩٠٠ مِيلٍ حَتَّى سَابُورُو .

قِطَارُ الشَّقِّقِ السَّرِيعِ (تَوَاى لَآيْث)





عَرَبَةُ الطَّعَامِ بِالْقِطَارِ الْفَاحِرِ مُجَهَّزَةٌ بِمَطْبَخٍ فَاحِرٍ .



يَتَكُونُ الْجَنَاحُ مِنْ غُرْفَةٍ نَوْمٍ وَحَمَّامٍ كَامِلٍ وَخُجْرَةٍ خَاصَّةٍ لِمُشَاهَدَةِ الْمَنَاطِرِ الْخَارِجِيَّةِ .



الْعُرْفُ الْمُمْتَازَةُ بِقِطَارِ الشَّقِيقِ السَّرِيعِ بِهَا حَمَّامٌ وَتِلِفِزْيُونٌ وَأَرِيكَةٌ يُمَكِّنُ اسْتِخْدَامَهَا كَسَرِيرٍ .



يَنْعَمُ الرُّكَّابُ بِالِاسْتِرْحَاءِ فِي عَرَبَةِ الصَّالُونِ .



حَمَّامُ عَرَبَةِ الصَّالُونِ يَسْتُخْدَمُهُ غَيْرُ الْمُسَافِرِينَ فِي جَنَاحٍ .



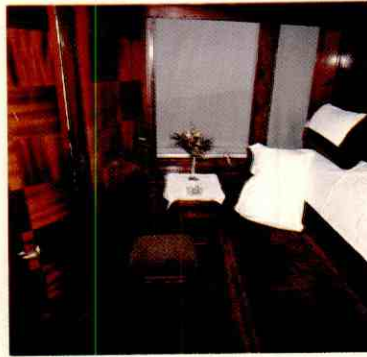
الْبَابُ الْمَوْدَى لِعَرَبَةِ الصَّالُونِ

قِطَارُ الشَّرْقِ السَّرِيعِ .

قَدْ يَكُونُ قِطَارُ أُوْرُوْبَا الْفَاحِرِ الْأَوَّلُ — قِطَارُ الشَّرْقِ السَّرِيعِ — هُوَ الْقِطَارُ الْأَسْطُورَةُ عَلَى مَرِّ التَّارِيخِ . فَتَجْهِيْزَاتُهُ عَلَى مُسْتَوَى تَجْهِيْزَاتِ أَفْضَلِ فَنَادِي الدَّرَجَةِ الْأُولَى ، بِمَا يَحْوِيهِ مِنْ غُرْفٍ خَاصَّةٍ وَعَرَبَةٍ لِلْمَشْرُوبَاتِ وَعَرَبَةٍ لِلطَّعَامِ مُلْحَقَةً بِمَطْبَخٍ ٤ نُجُومٍ ، وَكُلُّهَا مَزِيْنَةٌ بِدِيكُورَاتٍ فَخْمَةٍ .



عَرَبَةُ الطَّعَامِ



غُرْفَةٌ خَاصَّةٌ

كَيْفَ تُنَظَّمُ الْإِشَارَاتُ حَرَكَةَ الْقِطَارَاتِ؟

فَفِي بَدَايَةِ اسْتِخْدَامِ الْقِطَارَاتِ ، رُوِيَ وَجُودُ مَسَافَاتٍ كَبِيرَةٍ بَيْنَ الْقِطَارَاتِ الْمَتَالِيَةِ تَأْمِينًا لِعَدَمِ الْاصْطِدَامِ . وَفِيمَا بَعْدَ ، اسْتُخْدِمَ نِظَامُ الْمَسَافَةِ الْفَاصِلَةِ الْأَكْثَرُ أَمَّا الَّذِي لَا يَسْمَحُ لِلْقِطَارِ بِدُخُولِ مِثْلِهِ مُنْطَقَةً مُعَيَّنَةً إِلَّا إِذَا كَانَ الْقَضِيبُ حَالِيًا . وَكَانَتْ أَنْظِمَةُ الْإِشَارَاتِ الْبَدَائِيَّةِ عِبَارَةً عَنْ أَعْلَامٍ أَوْ مَصَابِيحَ مُضَاءَةٍ ، ثُمَّ اسْتُبْدِلَتْ بِنِظَامِ الْأَضْوَاءِ الْمَلَوْنَةِ الَّتِي مَا زَالَ يُسْتَعْمَدُ حَتَّى الْيَوْمِ . وَفِي عَامِ ١٨٧٢ اسْتُخْدِمَ أَوَّلُ نِظَامٍ لِإِقْفَافِ الْقِطَارَاتِ ذَاتِيًا ، وَهُوَ عِبَارَةٌ عَنْ تَحْذِيرٍ أَوْ إِشَارَةٍ تُشْغَلُ فَرَامِلَ الْقِطَارِ حَتَّى لَوْ كَانَ السَّائِقُ يَعْطُ فِي النَّوْمِ .

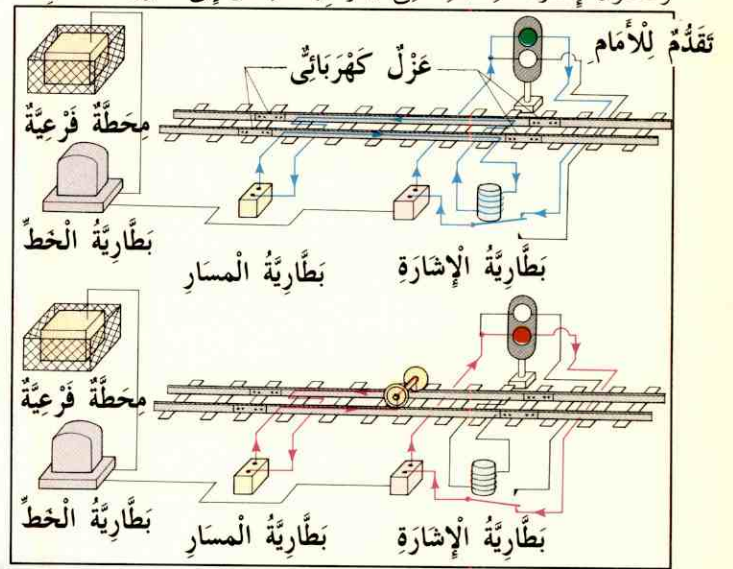
الإشارة الصفراء (يمين) في هذه الإشارة الخماسية تأمر السائق بالتقدم ببطء .



يُخْتَلَفُ الْقِطَارُ عَنِ السَّيَّارَةِ أَوْ الشَّاحِنَةِ فِي أَنَّهُ لَا يَسْتَطِيعُ التَّوَقُّفَ بِسُرْعَةٍ عِنْدَمَا يَعْتَرِضُهُ قِطَارٌ آخَرُ أَبْطَأَ مِنْهُ عَلَى نَفْسِ الْقَضِيبِ . كَمَا أَنَّهُ لَا يَسْتَطِيعُ الْإِنْحِرَافَ عَنِ الطَّرِيقِ لِيَتَجَنَّبَ الْاصْطِدَامَ بِقِطَارٍ آخَرَ مُتَوَقِّفٍ فِي مِحْطَةٍ أَمَامَهُ . وَلِتَجَنَّبَ اصْطِدَامَ الْقِطَارَاتِ الَّتِي تَسِيرُ عَلَى نَفْسِ الْقَضِيبَانِ بَعْضُهَا الْبَعْضَ ، فَقَدْ ابْتَكُرَتِ السَّكَّاتُ الْحَدِيدِيَّةُ أَنْظِمَةُ الْإِشَارَاتِ تَعْمَلُ كَأَجْهَرَةٍ تُحْذِرُ مُبَكَّرٍ لِسَائِقِي الْقِطَارَاتِ .

إِشَارَاتُ الْمَجْمُوعَةِ الْأَمَامِيَّةِ

يُمرَّرُ تِيَّارٌ كَهْرَبِيٌّ مِنْ بَطَّارِيَّةٍ فِي مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْقَضِيبَانِ ، وَعِنْدَمَا يَصِلُ الْقِطَارُ إِلَى هَذَا الْجُزْءِ (أَسْفَلَ) يَمُرُّ التِّيَّارُ فِي عِمْلَانِهِ ، وَتَتَحَوَّلُ إِشَارَةُ الْمُنْطَقَةِ الَّتِي يَمُرُّ بِهَا الْقِطَارُ إِلَى اللَّوْنِ الْأَحْمَرِ .



الضوء الأخضر يعني أنَّ النَّفْقَ حَالٍ ، وَيُمْكِنُ لِلْقِطَارِ التَّاقْدُمَ بِأَمَانٍ .

(الْمَجْمُوعَةُ = الْمَسَافَةُ بَيْنَ لِحَامَيْنِ)

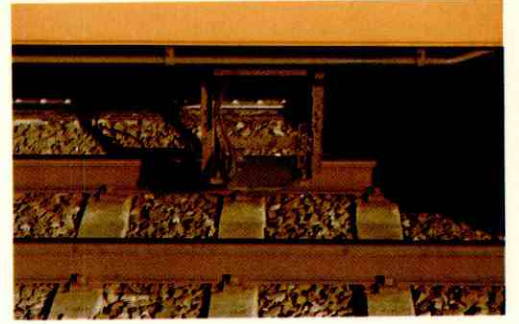
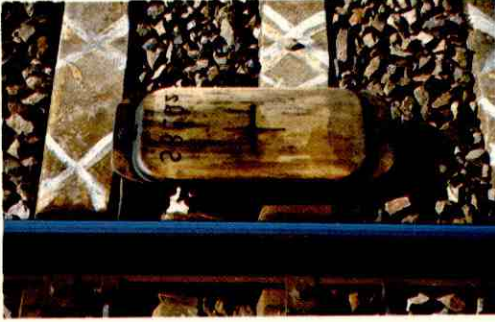


الإشارة الخضراء تعني أن
المسار حال إلى الأمام .

الضوء الأحمر يُنذر بوجود
قطار إلى الأمام مباشرة .

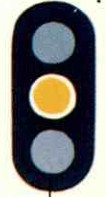


جهاز إرسال متصل بالقضبان .



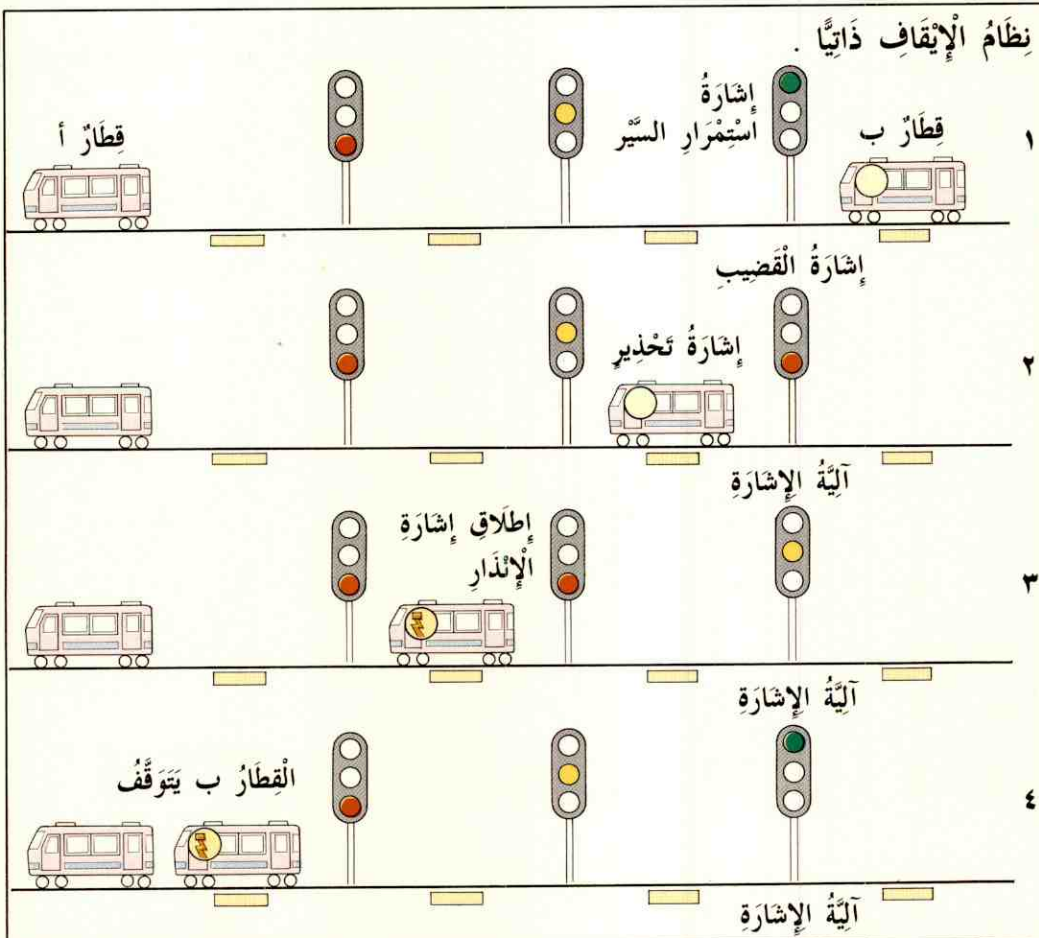
جهاز إيقاف القطار ذاتي الحركة والمثبت أسفل
إحدى عرباته ، يشد الفرامل ذاتيًا إذا لم يستقبل
إشارة واضحة من جهاز الإرسال المثبت
بالقضبان .

الإشارة الصفراء تُنذر
بوجود قطار على بُعد
مجموعتين .



نظام إيقاف القطار ذاتيًا (ATS)

- عندما يتحرك القطار (شكل ١) مُقترَبًا من إشارة ضوئية صفراء أو حمراء دون أن يتوقف أو يُبطئ سرعته (شكل ٢) ، فإن مجسًا على القضيب يُشغل جهاز إنذار يعرّبه قيادة القطار (شكل ٣) .
- وحيث يجب أن يضغَط السائق على ذراع كبح ، وإلا سيقوم النظام الذاتي بتشغيل الفرامل (٤) ويُستخدم هذا النظام في القطارات الكهربائية النفقية وفي الأماكن كثيفة المرور .



مَا هُوَ عَمَلُ قَاطِرَةِ كَسَحِ الثَّلْجِ (مِحْرَاثُ الثَّلْجِ) ؟



قَدْ تَتَوَقَّفُ حَرَكَةُ الْقِطَارَاتِ عِنْدَمَا تُدْفَنُ قُضْبَانُ السَّكِّ الْحَدِيدِيَّةِ تَحْتَ الثَّلُوجِ الْكَثِيفَةِ . وَحَيْثُ تَكُونُ الثَّلُوجُ شَائِعَةً ، تُوْجَدُ قَاطِرَاتٌ مُجَهَّزَةٌ خِصِيصًا لِلْعَمَلِ كَكَاسِحَاتِ الثَّلْجِ ، فَتَزِيحُهُ بَعِيدًا عَنِ الْقُضْبَانِ لِتَأْمِينَ اسْتِمْرَارِ سَيْرِ الْقِطَارَاتِ عَلَيْهَا . فَمَثَلًا كَاسِحَةُ جُورْدَانِ الْأَحَادِيَّةِ الْمُرَوَّحَةِ ، وَكَاسِحَةُ رَسْلِ الشَّائِيَّةِ الْمُرَوَّحَةِ ، لَا تَسْتُحْدِمَانِ إِلَّا طَاقَةَ الْقَاطِرَةِ فَقَطْ لِإِزَاحَةِ الثَّلْجِ . وَفِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي تَتَسَاقَطُ عَلَيْهَا الثَّلُوجُ بِغَزَارَةٍ — مِثْلَ رُوسِيَا وَاسْكَانْدِينِيَا وَشَمَالِ الْيَابَانِ وَجِبَالِ أَمْرِيكََا — تُسْتَعْمَلُ لِإِزَاحَةِ الثَّلْجِ كَاسِحَاتُ الثَّلْجِ الْكَهْرَبَائِيَّةُ أَوْ الدِّيزِلُ ، الْمُرَوَّذَةُ بِمَرَاوِحٍ سَرِيعَةِ الدَّوْرَانِ .

تُثِيرُ عَجَلَةُ الْكَاسِحَةِ الْقَوِيَّةُ زُوبَعَةً تُشْبِهُ الرِّيشَ الْأَبْيَضَ اللَّامِعَ ، أَثْنَاءَ إِزَاحَةِ الثَّلْجِ بَعِيدًا عَنِ الْقُضْبَانِ .

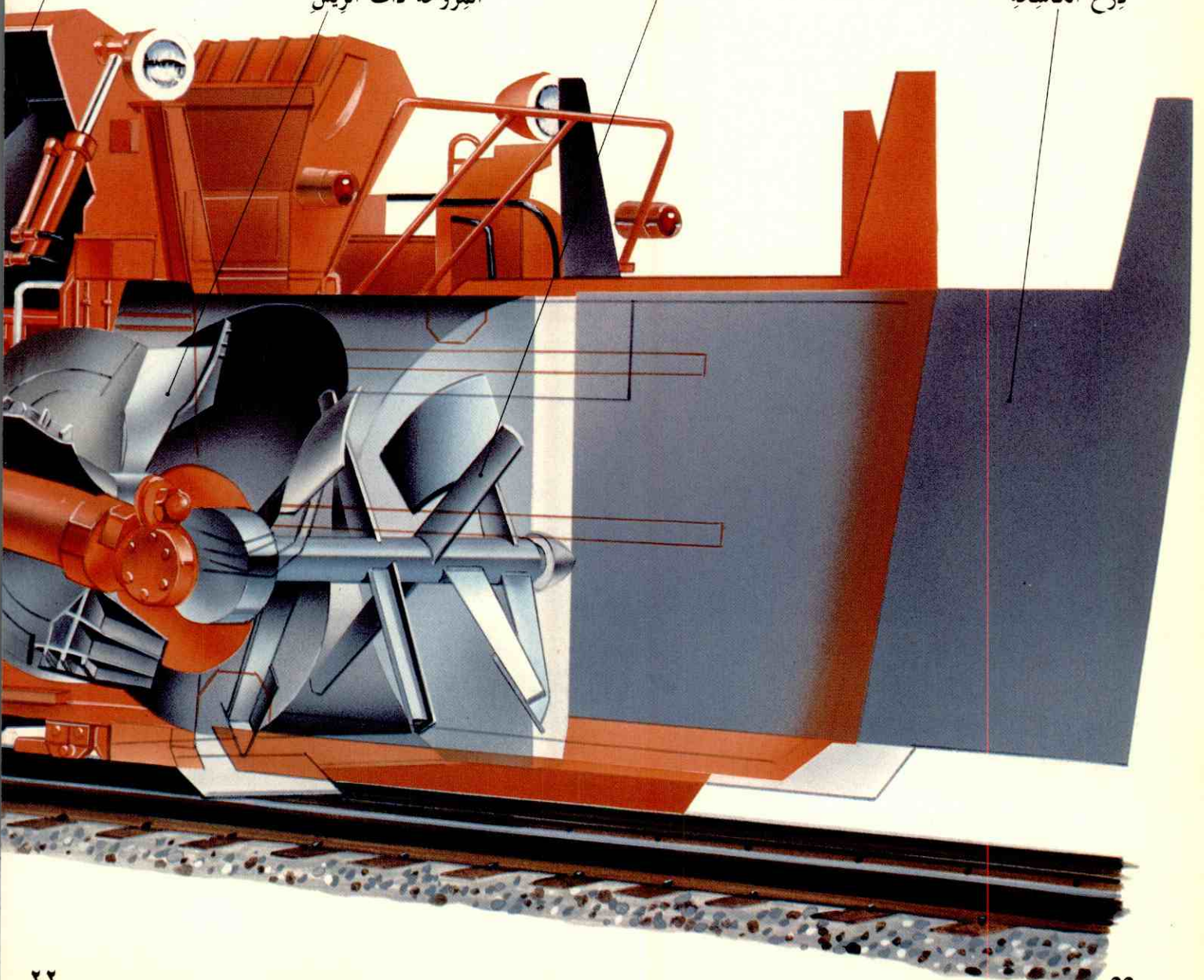
كَاسِحَةُ الثَّلْجِ الدَّوَّارَةُ

مَجْرَى طَرْدِ الثَّلْجِ

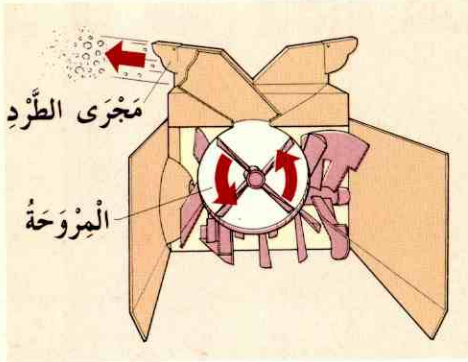
الْمُرَوَّحَةُ ذَاتُ الرِّيشِ

عَجَلَةُ الْكَاسِحَةِ

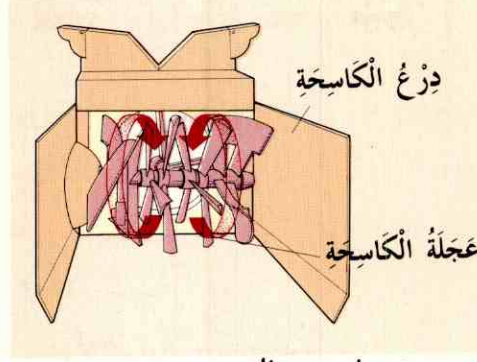
دَرْعُ الْكَاسِحَةِ



كَيْفَ يَعْمَلُ عَجَلَةُ الْكَاسِحَةِ ؟
تَبْدُو كَاسِحَةِ الثَّلُوجِ الدَّوَّارَةِ كَأَنَّهَا
نَافِخُ ثَلْجٍ عَمَلًا . فَنَدْرُوعُهَا تَكْشِطُ
الثَّلُوجَ مِنْ عَلَى جَانِبِي الْمَسَارِ ،
وَتَضَعُهَا فِي الْمَسَافَةِ الْفَاصِلَةِ بَيْنَ
الْقَضِيئَيْنِ . ثُمَّ تَكْنُسُ الْمُرَوَّحَةُ
الدَّوَّارَةَ الثَّلُوجَ إِلَى دَاخِلِ الْكَاسِحَةِ ،
ثُمَّ تَدْفَعُهَا إِلَى الْخَارِجِ مِنْ مَجْرَى
طَرْدِ الثَّلُوجِ .



تُطْرَدُ الثَّلُوجُ مِنْ مَجْرَى الطَّرْدِ إِلَى الْمُنْطَقَةِ
الْمَجَاوِرَةِ لِلْقَضْبَانِ .



تَجْمَعُ الدَّرُوعُ الثَّلُوجَ فِي اتِّجَاهِ رِيَشِ
الْمُرَوَّحَةِ الدَّوَّارَةِ .



تَتْرَكُ الْكَاسِحَةُ الْقَضْبَانَ نَظِيفَةً بَعْدَ الْإِنْتِهَاءِ مِنْ
الْكَنْسِ ، وَبِذَلِكَ تَتِمَكَّنُ الْقِطَارَاتُ الْعَادِيَّةُ مِنْ
الْمُرُورِ فِي الْمَنَاطِقِ الْمَكْسُوءَةِ بِالثَّلُوجِ .

غُرْفَةُ قِيَادَةِ الْقَاطِرَةِ



أَنْوَاعُ أُخْرَى مِنْ كَاسِحَاتِ الثَّلُوجِ

تُسْتَخْدَمُ كَاسِحَاتُ الثَّلُوجِ الْبَسِيطَةُ فِي أَمَاكِنِ
النَّسَاقِطِ الْخَفِيفِ لِلثَّلُوجِ . وَيَعْتَمِدُ عَمَلُهَا
عَلَى قُوَّةِ دَفْعِ الْقَاطِرَةِ لِإِزَاحَةِ الثَّلُوجِ .



كَاسِحَةُ «رَسَل» تَجْرُفُ الثَّلُوجَ إِلَى الْجَانِبَيْنِ .

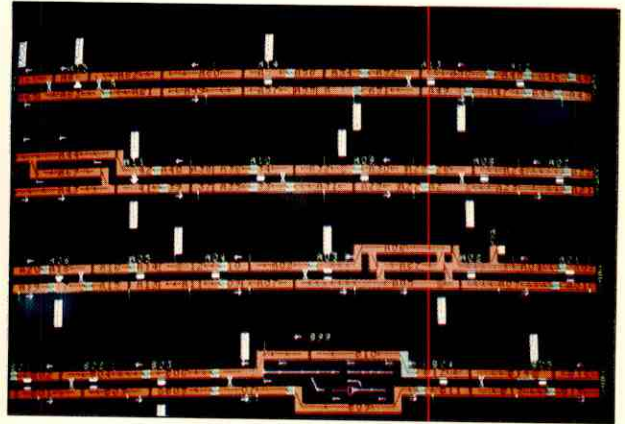


كَاسِحَةُ جُورْدَانِ تَعْمَلُ كَمِجْرَفَةٍ لِلثَّلُوجِ .

مَا هُوَ الْقِطَارُ ذَاتِي الْحَرَكَةِ (الْأُتُومَاتِي) ؟

عَلَى مُرَاقِبَةِ أَدَاءِ الْكُمْبِيُوتَرِ . وَفِي الْمُسْتَقْبَلِ ، قَدْ تُسَاعِدُ الْأَنْظُمَةُ الذَّائِيَّةُ الْحَرَكَةَ الْكَامِلَةَ عَلَى تَخْفِيفِ حِدَّةِ الْإِزْدِحَامِ الَّذِي تُعَانِي مِنْهُ مُعْظَمُ الْمُدُنِ الْكُبْرَى .

تُنْقَلُ الْقِطَارَاتُ التَّائَوِيَّةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ الْمُوَجَّهَةُ بِالْحَاسِبِ الْآلِيِّ — يَوْمِيًا — مَلَائِينَ الرُّكَّابِ فِي مُدُنٍ عَدِيدَةٍ بِأَنْحَاءِ الْعَالَمِ . وَرَغْمَ أَنَّ مُعْظَمَهَا يُدِيرُهَا أَفْرَادٌ ، إِلَّا أَنَّ ذَلِكَ لَا يَتِمُّ إِلَّا بِمُسَاعَدَةِ الْحَاسِبِ لِضَمَانِ السَّرْعَةِ وَالسَّلَامَةِ . وَيُسِيرُ الْحَاسِبُ أَيْضًا الْقِطَارَاتِ فِي قَلِيلٍ مِنْ أَنْظُمَةِ السَّكِّكِ الْحَدِيدِيَّةِ ، كَمَا فِي نِظَامِ التَّنْقِلِ السَّرِيعِ فِي مِنتَقَةِ خَلِيجِ سَانَ فَرَانْسِيْسْكَو وَفِي مِطَارِ دَالَسِ فُورْتِ وَرْتِ فِي تِكْسَاسِ ، وَيُقْتَصَرُ دَوْرُ الْبَشَرِ

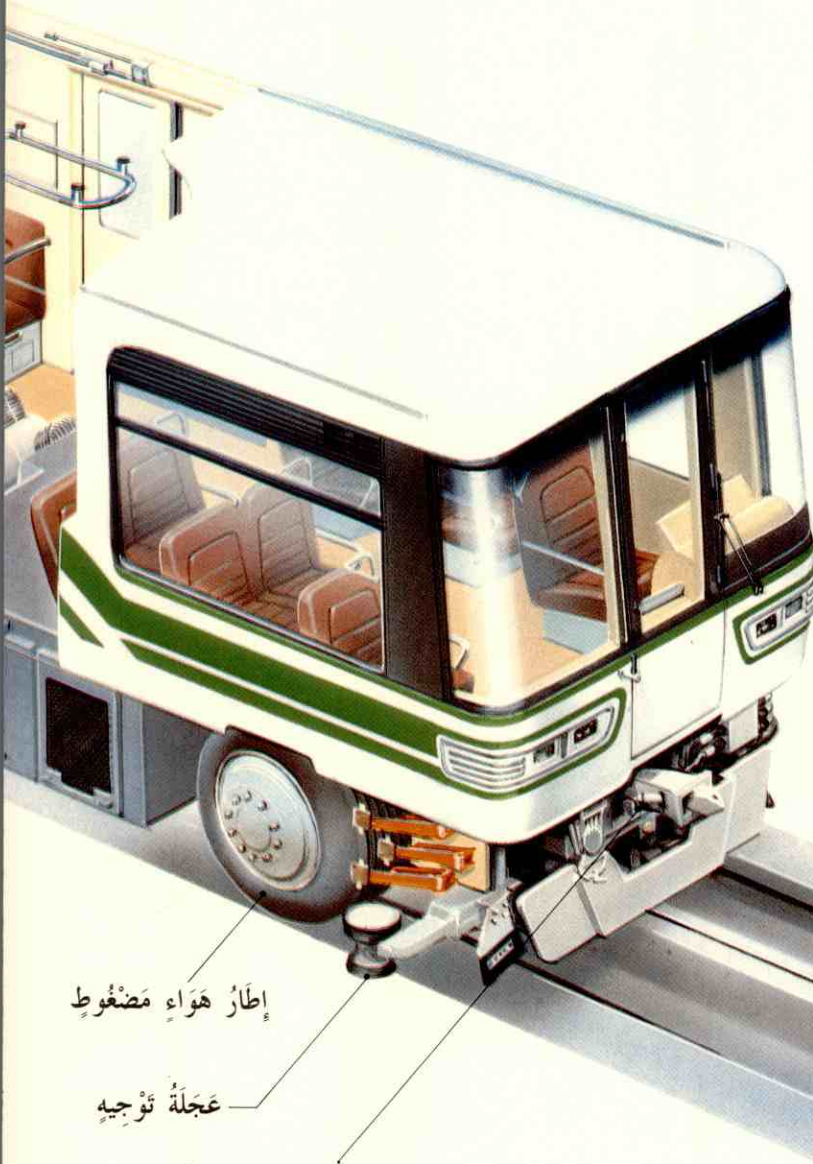


شَاشَةٌ فِي غُرْفَةِ مُرَاقِبَةِ الْمِثْرُو بَوَاشِينْطُنْ ، يَظْهَرُ عَلَيْهَا الْمَسَارُ (بِرْتَقَالِي) وَالْقِطَارَاتُ (أَبْيَضُ) .



يُرَاقِبُ الْعَامِلُونَ بِغُرْفَةِ الْمُرَاقِبَةِ الْمُرَكِّزِيَّةِ حَرَكَةَ الْقِطَارَاتِ مِنْ خِلَالِ شَاشَاتِ حَاسِبٍ عُلُويَّةٍ . نِظَامُ التَّشْغِيلِ التَّلْقَائِي

تُنْظَمُ حَرَكَةُ الْقِطَارَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ ثَلَاثَةُ أَنْوَاعٍ مِنْ الْحَاسِبَاتِ : لِلْإِقْلَاعِ ، وَالْإِبْقَافِ ، وَالتَّالِثُ لِفَتْحِ الْأَبْوَابِ . وَيَتَابَعُ الْحَاسِبُ الرَّئِيسِيُّ جَدَاوِلَ الْقِطَارَاتِ بِتَمَرِيرِ الْمَعْلُومَاتِ إِلَى الْحَاسِبَاتِ الْفُرْعِيَّةِ الْمَوْجُودَةِ بِكُلِّ مِحْطَةٍ ، وَالَّتِي تَقُومُ بِمُرَاقِبَةِ مَوْقِعِ الْقِطَارِ وَسُرْعَتِهِ وَإِصْدَارِ أَوْامِرِ التَّشْغِيلِ إِلَى الْحَاسِبِ الْمَوْجُودِ عَلَى مَتْنِ كُلِّ قِطَارٍ .

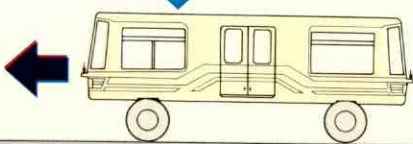


إِطَارُ هَوَاءٍ مَضْغُوطٍ

عَجَلَةٌ تُوْجِهُ

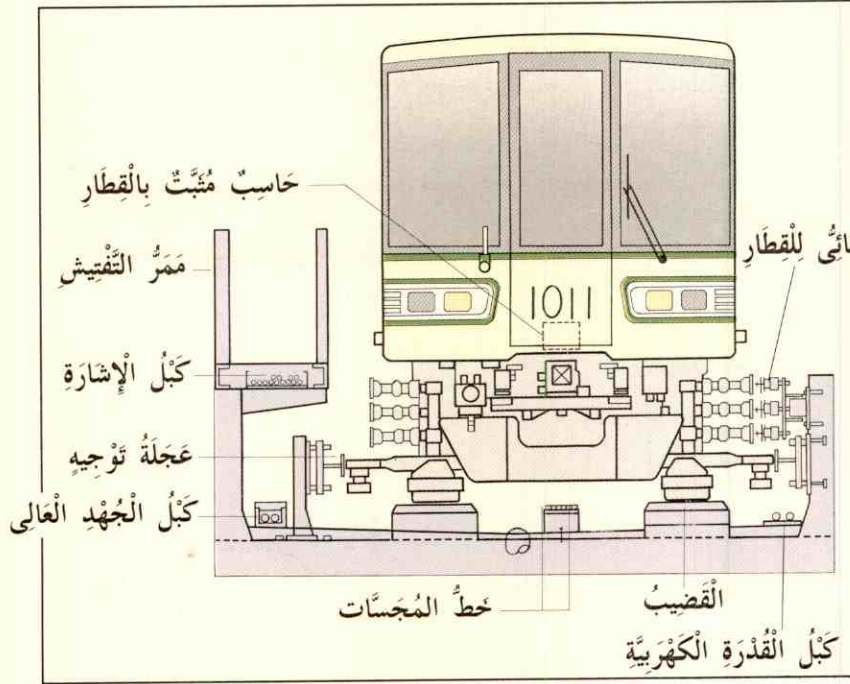
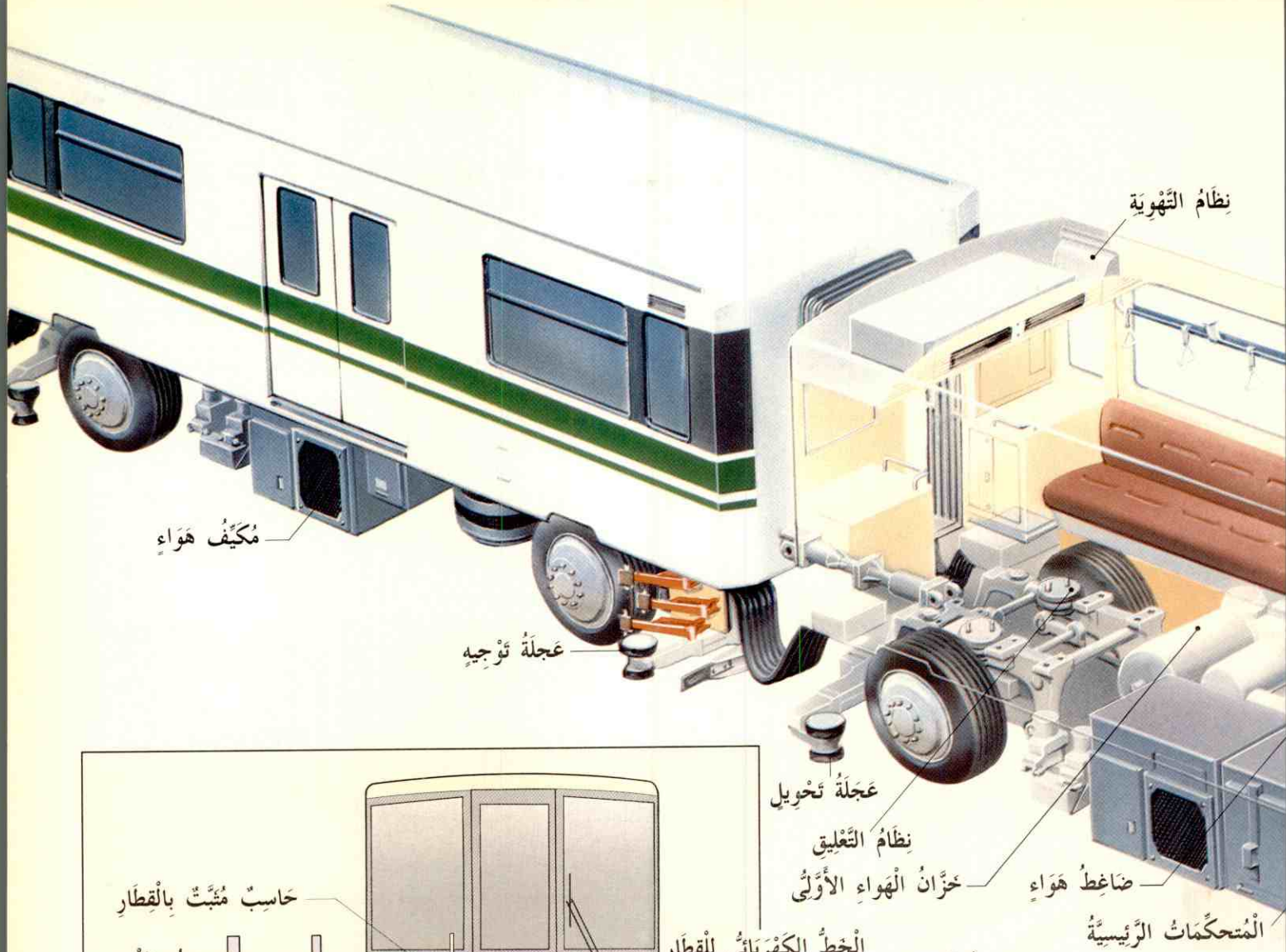
حَاسِبٌ آلِيٌّ عَلَى مَتْنِ الْقِطَارِ

حَاسِبُ التَّحْكَمِ الْمُرَكِّزِي

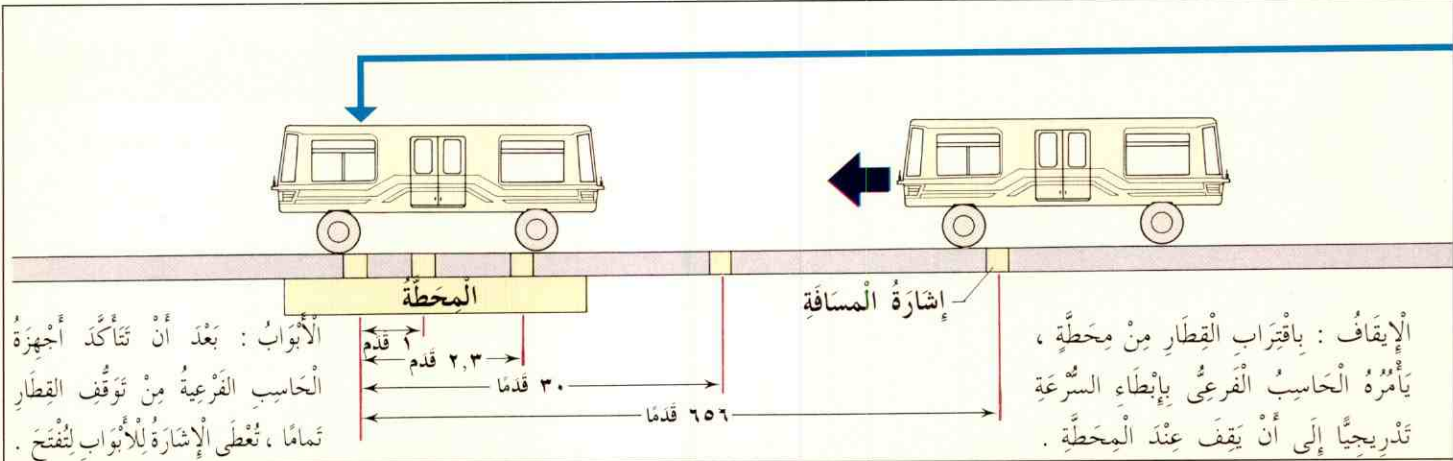


مِحْطَةٌ

الْإِقْلَاعُ : يَتَأَكَّدُ الْحَاسِبُ الْفُرْعِيُّ مِنْ صِلَاحِيَّةِ الْمَسَارِ لِلْمُرُورِ . وَعِنْدَ صِلَاحِيَّةِ الْمَسَارِ ، يُصْدَرُ إِشَارَةٌ لِلْحَاسِبِ الْمُثَبَّتِ بِالْقِطَارِ لِبَيْدَا السَّيْرِ .



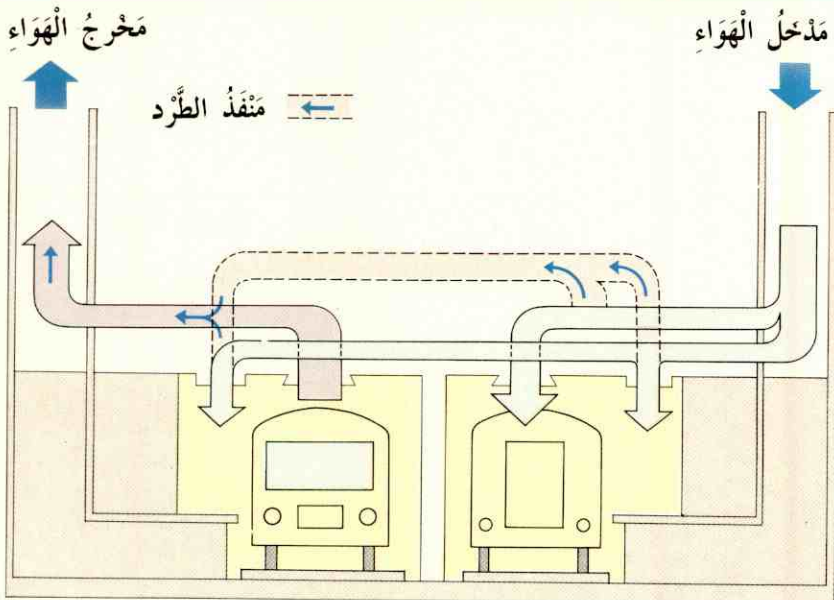
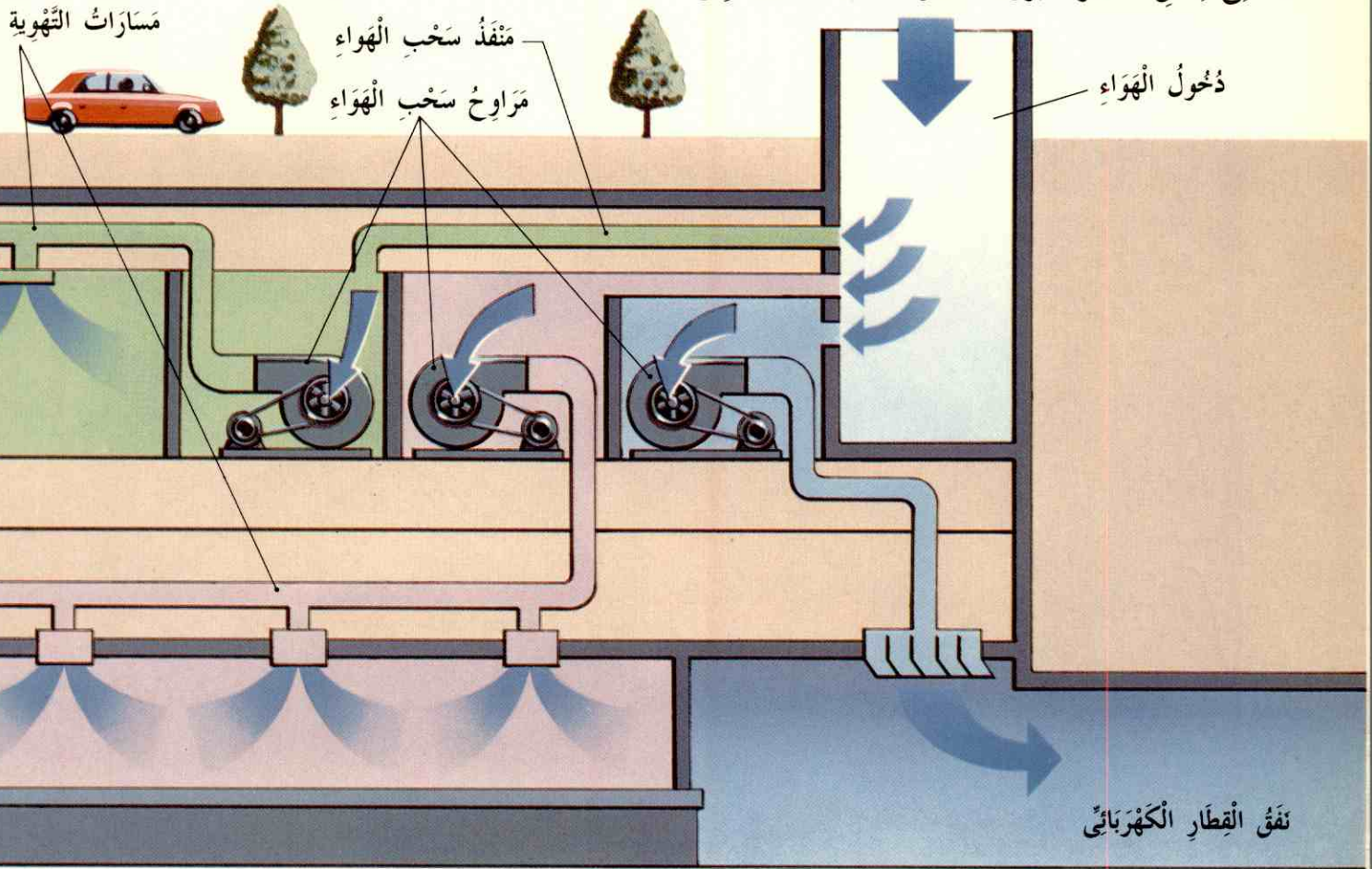
المسار والقطار
يستخدم القطار الذاتي الحركة إشارات تنطلق على قضبان مُحاطة بكبلات عديدة: للقدرة والحاسب والقضبان الموجهة ومجسات موقع القطار (يسار). وتمتد لأقطار - تحت جانبي القطار - بطول الخط الكهربائي للمسار لإمداد القطار بالقدرة. وتدور عجلات القطار الموجهة داخل قضيب توجيه يحافظ على ثبات مسار القطار. وتراقب أجهزة الحاسب الفرعية موضع القطار بواسطة خط المجسات.



كَيْفَ تَحْصُلُ الْأَنْفَاقُ عَلَى الْهَوَاءِ؟

الْخَارِجِ مِنْ مَكَانٍ آخَرَ . وَيُصْخِّحُ الْهَوَاءَ النَّقِيُّ لِرَصِيفِ
الْإِنْتِظَارِ بِوَاسِطَةِ مِرْوَحَةٍ ثَانِيَةٍ ، وَإِلَى دَاخِلِ النَّقْرِ بِمِرْوَحَةٍ
ثَالِثَةٍ . وَيُسَاعِدُ ائْتِدَافُ الْقِطَارَاتِ إِلَى الْمِحْطَاتِ عَلَى
التَّخْلُصِ مِنَ الْهَوَاءِ الْفَاسِدِ الَّذِي يَمَلَأُ مِثْلَ الْمُنْطَقَةِ الرَّصِيفِ
وَالنَّقْرِ .

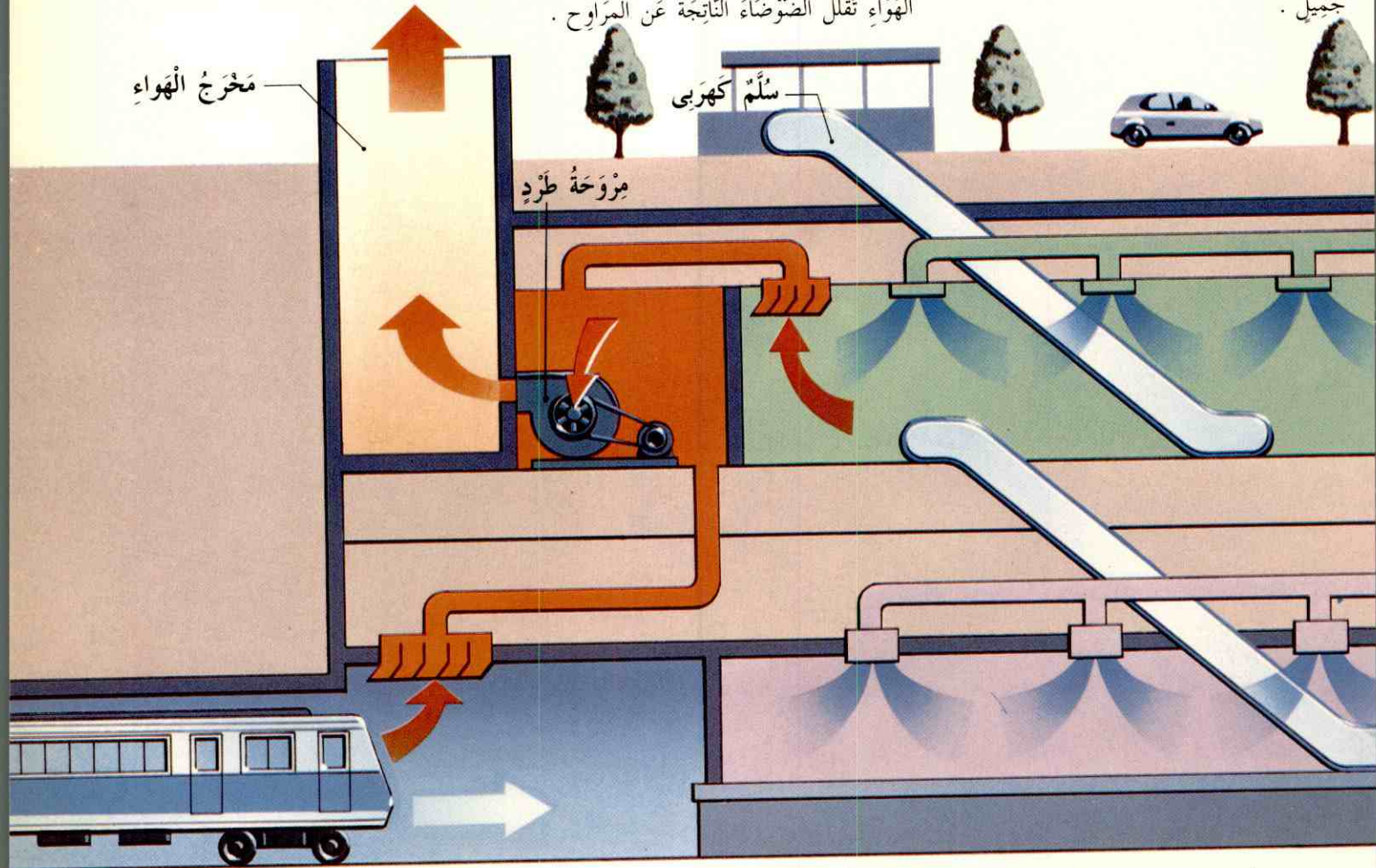
تُرْوَدُ مِحْطَاتُ الْأَنْفَاقِ بِالْمِرَاحِ وَفُتُحَاتِ التَّهْوِيَةِ حَتَّى
لَا يَفْسُدَ هَوَاؤُهَا وَيَسْخُنَ (أَسْفَلَ) . فَيُوجَدُ بِهَا عِدَّةُ مِرَاحٍ
ضَخْمَةٍ تَسْحَبُ الْهَوَاءَ النَّقِيُّ مِنَ الْخَارِجِ إِلَى دَاخِلِ
الْمِحْطَةِ مِنْ خِلَالِ فُتُحَاتٍ فِي مُسْتَوَى سَطْحِ الْأَرْضِ .
وَبَيْنَمَا تُضَخُّ إِحْدَى الْمِرَاحِ الْهَوَاءَ النَّقِيُّ إِلَى الدَّوَرِ
السُّفْلِيِّ لِلنَّقْرِ ، تَطْرُدُ مِرْوَحَةُ الطَّرْدِ الْهَوَاءَ الْفَاسِدَ إِلَى



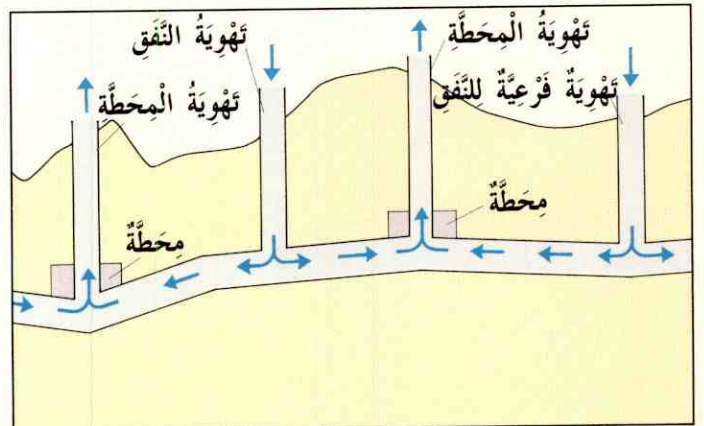
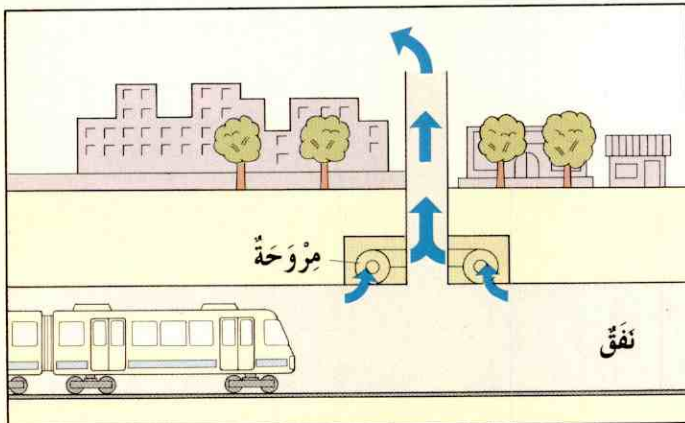
تُرْوَدُ كُلُّ مِحْطَةٍ أَنْفَاقٍ بِنِظَامٍ تَهْوِيَةٍ سَاجِبٍ لِلْهَوَاءِ
النَّقِيُّ مِنَ الْخَارِجِ ، وَآخَرُ طَارِدٍ لِلْهَوَاءِ الْفَاسِدِ
(يَسَارَ) . وَيَمُرُّ الْهَوَاءُ الْمَسْحُوبُ عَلَى مُرْشِحٍ لِنَقْفَتِهِ
قَبْلَ دُخُولِهِ الْمِحْطَةَ . وَيُرْوَدُ مَنْقَذُ طَرْدِ الْهَوَاءِ بِكَاتِمِ
صَوْتٍ لِتَقْلِيلِ جِدَّةِ الضَّجِيجِ النَّاتِجَةِ عَنْ مِرَاحِ
الطَّرْدِ الضَّخْمَةِ . وَالْمَادَّةُ الْعَازِلَةُ الْمُبَطَّنَةُ لِمَنْقَذِ الطَّرْدِ
تُقَلِّلُ الْإِهْتِرَازَ مِمَّا يُسَاعِدُ عَلَى سُكُونِ نِظَامِ التَّهْوِيَةِ .



مَنْفَذُ سَحْبِ الْهَوَاءِ : وَيُظْهَرُ هُنَا فِي شَكْلِ مَبْنَى نِظَامِ كَثْمِ الصَّوْتِ : الْحَوَائِطُ الْمَوْجُودَةُ بَيْنَ مَسَارَاتِ تَظْهَرُ هُنَا مَرَاوِخُ طَرْدِ ضَخْمَةٍ فِي مِحْطَةٍ نَفْقِيَّةٍ جَمِيلٍ .
الْهَوَاءُ تُقَلَّلُ الضَّوْضَاءُ النَّاتِجَةُ عَنِ الْمَرَاوِخِ .



تَهْوِيَةُ النَّفَقِ تُزَوِّدُ الْمَسَارَاتِ النَّفْقِيَّةُ بَيْنَ الْمِحْطَاتِ يَفْتَحَاتِ تَهْوِيَةٍ خَاصَّةٍ بِهَا لِلتَّخْلُصِ مِنَ الْحَرَارَةِ الرَّائِدَةِ (أَسْفَلَ يَمِين). وَتَدْفَعُ الْقِطَارَاتِ أَمَامَهَا بَعْضًا مِنَ الْهَوَاءِ الْفَاسِدِ ، وَتَقُومُ مَرَاوِخُ الطَّرْدِ بِالتَّخْلُصِ مِنَ الْهَوَاءِ الْفَاسِدِ (أَسْفَلَ يَسَار). وَتُعْتَبَرُ فَتَحَاتِ الطَّرْدِ مَنَافِذَ لِتَسْرِيْبِ تِيَارَاتِ الْهَوَاءِ النَّاتِجَةِ عَنْ زِيَادَةِ سُرْعَةِ الْقِطَارِ دَاخِلَ النَّفَقِ .



كَيْفَ تَسِيرُ الْقِطَارَاتُ أَحَادِيَّةُ الْقَضِيبِ عَلَى قَضِيبٍ وَاحِدٍ؟

على المسار مُحْتَضِنَةٌ إِيَّاهُ مِثْلُ سَرَجِ الْحِصَانِ (أَسْفَلَ) .
وَالْبَعْضُ الْآخَرُ يَتَدَلَّى مِنْ عَارِضَةٍ غُلْوِيَّةٍ تُشْبِهُ عَمُودَ
مِصْبَاحِ عِمْلَاقٍ . وَرَغْمَ أَنَّ الْقِطَارَاتِ الْأَحَادِيَّةَةَ تُشْعَلُ
حَيِّزًا أَصْغَرَ مِنَ الْقِطَارَاتِ مُرْدَوِجَةِ الْقَضِيبِ ، إِلَّا أَنَّ
بِنَاءَهَا أَكْثَرُ تَعْقِيدًا .

لَا تَسِيرُ كُلُّ أَنْوَاعِ الْقِطَارَاتِ عَلَى قَضِيبَيْنِ مُتَوَازِيَيْنِ ،
فَالْقِطَارَاتُ أَحَادِيَّةُ الْقَضِيبِ الَّتِي تُنْزَلُ عَلَى أَوْ تُتَعَلَّقُ
بِعَارِضَةٍ مُفْرَدَةٍ ، تُنْقَلُ الْبُضَائِعُ وَالرُّكَّابُ مِنْذُ عَامِ
١٨٢٤ . أَمَّا الْيَوْمَ ، فَتُسْتَحْدَمُ هَذِهِ الْقِطَارَاتُ فِي
الرَّحَلَاتِ الْيَوْمِيَّةِ وَالتَّنْزُّهِ فِي عَدِيدٍ مِنْ مَدُنِ الْعَالَمِ .
وَيُوجِّهُ هَذَا الْقِطَارُ بِوَاسِطَةِ عَجَلَاتٍ مِنَ الْمَطَّاطِ عَلَى
طُولِ الْعَارِضَةِ الْخَرَسَانِيَّةِ الْمَفْرَدَةِ الَّتِي بِهَا الْمَسَارُ
وَحُطُوطُ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ . وَتُسْتَقَرُّ بَعْضُ هَذِهِ الْقِطَارَاتِ

قِطَارٌ أَحَادِيٌّ يَحْتَضِنُ الْقَضِيبَ

غُرْفَةُ الْقِيَادَةِ

عَجَلَاتُ الْقِيَادَةِ

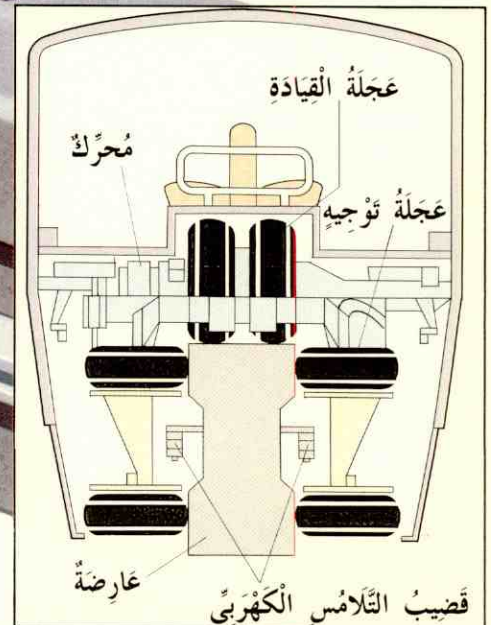
الْمَحْرَكُ

عَجَلَاتُ تَوَجِيهِ

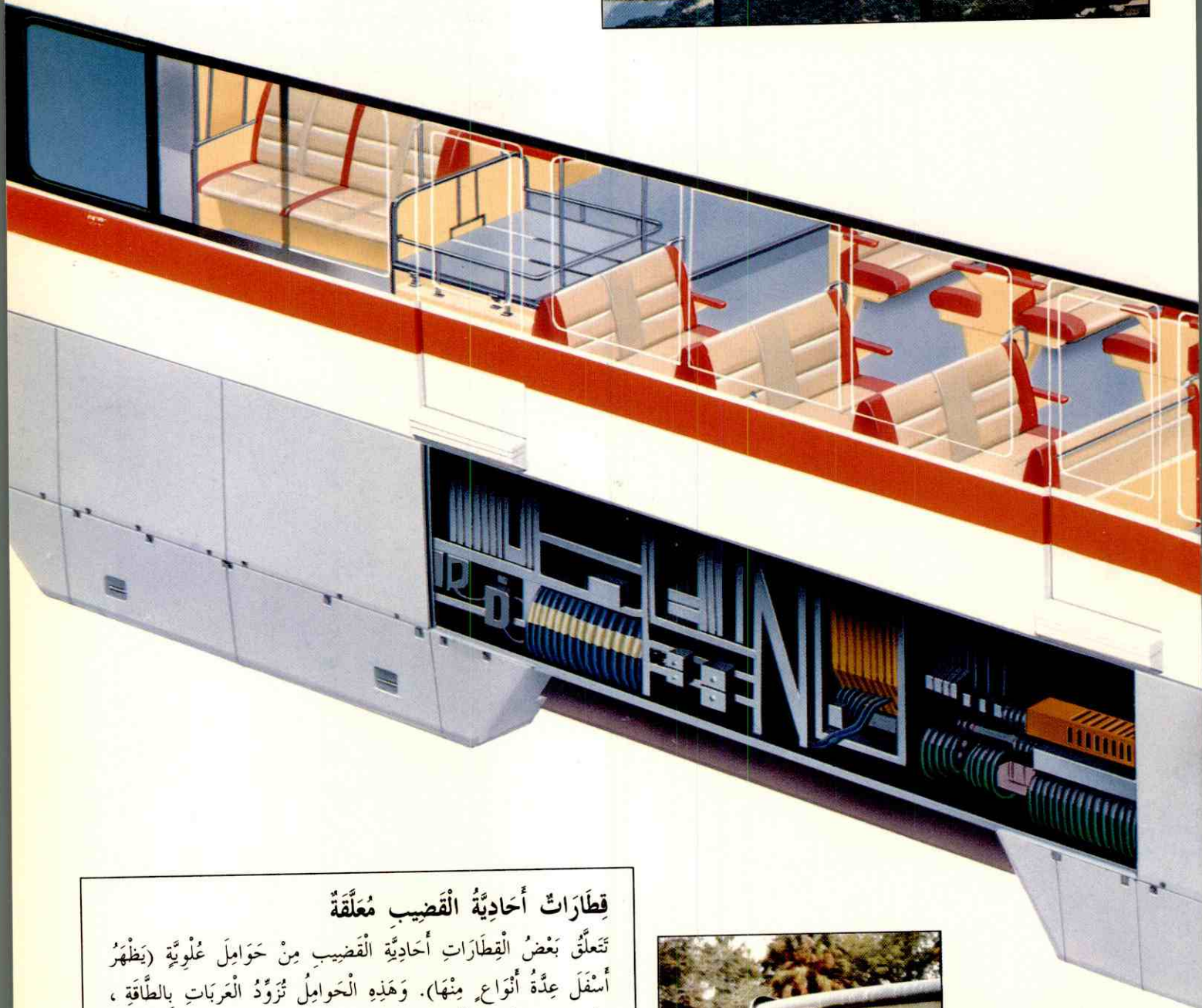
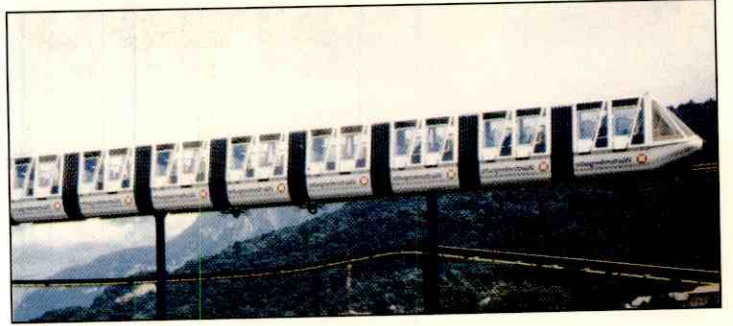
قَضِيبٌ مُكَهْرَبٌ

مَقْطَعٌ عَرْضِيٌّ لِقِطَارٍ أَحَادِيٍّ الْقَضِيبِ

يَدْعُمُ الْقِطَارَ عَلَى الْعَارِضَةِ أَرْوَاجَ مِنَ الْعَجَلَاتِ الدَّوَّارَةِ .
فَعَجَلَاتُ التَّوَجِيهِ الْعُلْوِيَّةُ وَالسُّفْلِيَّةُ تَحْفَظُ لِلْقِطَارِ تَوَازُنَهُ .

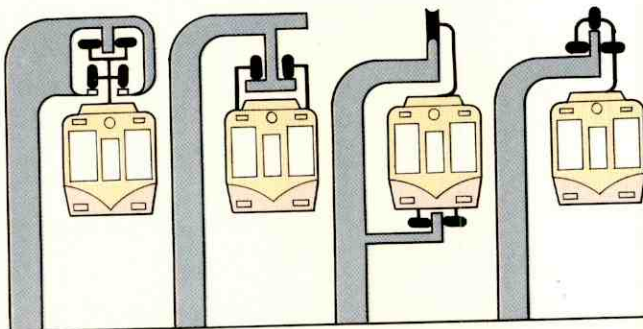


هَذَا قِطَارٌ أَحَادِي الْقَضِيبِ عَادِيٍّ مِنَ النَّوعِ الَّذِي
يَحْتَضِنُ الْقَضِيبَ . وَيَتَكَوَّنُ مِنْ ١٨ عَرَبَةً ذَاتِيَّةَ
الْحَرَكَةِ وَتَقْطَعُ ٣ أَمْيَالٍ دَاخِلَ شَتُوْتِجَارَتِ
بِالْمَآثِيَا .



قِطَارَاتِ أَحَادِيَّةِ الْقَضِيبِ مُعَلَّقَةٌ

تَتَعَلَّقُ بَعْضُ الْقِطَارَاتِ أَحَادِيَّةِ الْقَضِيبِ مِنْ حَوَامِلَ عُلْوِيَّةٍ (يُظْهِرُ
أَسْفَلَ عِدَّةِ أَنْوَاعٍ مِنْهَا). وَهَذِهِ الْحَوَامِلُ تُزَوِّدُ الْعَرَبَاتِ بِالطَّاقَةِ ،
وَتُسَاعِدُ عَجَلَاتِ الْعَرَبَاتِ عَلَى الدَّوْرَانِ .



يُنْبِئُ هَذَا الْقِطَارُ أَحَادِي
الْقَضِيبِ الْمَعْلَقِ عَامَ
١٩٨٦ . وَهُوَ يَعْمَلُ
طَوَالَ الْعَامِ فِي حَاقِيقَةِ
حَيَوَانٍ مَفْتُوحَةٍ فِي تَامْبَا
بِفُلُورِيدَا .

مَا هِيَ عَرَبَاتُ الْكَبْلِ؟

عَرَبَةٌ كَبْلٌ تَقُومُ بِرَحَلَتِهَا اليَوْمِيَّةِ صُغُودًا إِلَى تَلِّ سَانَ
فِرَانْسِيْسْكَو .



تُستَخدَمُ كُبُولٌ لِتَحْرِيكِ عَرَبَاتِ الْقَطَارِ بِأَمَانٍ -
صُغُودًا وَهُبُوطًا - عِنْدَمَا تَكُونُ التَّلَالُ شَدِيدَةً
الْإِنْجِدَارِ وَيَصْعُبُ عَلَى الْقِطَارَاتِ الْعَادِيَّةِ صُغُودَهَا
وَالْهَبُوطُ مِنْهَا . وَعَرَبَاتُ الْكَبْلِ الْحَدِيدِيَّةُ تُنْقِلُ النَّاسَ
صُغُودًا إِلَى الْجِبَالِ وَهُبُوطًا مِنْهَا ، وَكَذَلِكَ عَبْرَ
الْمَرَاتِ الْعَمِيقَةِ الضَّيْقَةِ . وَبَعْضُهَا يَجْرِي عَلَى قُضْبَانٍ
(يسار) وَالبَعْضُ يُعْلَقُ مِنْ كُبُولٍ هَوَائِيَّةٍ ، وَلَكِنَّهَا تُرَوِّدُ
جَمِيعًا بِوَسِيلَةٍ مَا لِلْإِمْسَاكِ بِكَبْلٍ مُتَحَرِّكِ يَجْرِي بَيْنَ
مِخْطَئَيْنِ . فَمَثَلًا فِي سَانَ فِرَانْسِيْسْكَو ، يُشْغَلُ الْقَبَاضُ
الْمَسْتَوَّلُ عَنِ الْحَرَكَةِ مِقْبَضًا مِيكَانِيكِيًّا يُمَسِّكُ بِالْكَبْلِ
الَّذِي يَتَحَرَّكُ تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ بَيْنَ الْمِخْطَئَيْنِ .
وَلِإِقَافِ الْعَرَبَةِ فَإِنَّ الْقَبَاضَ الْمَسْتَوَّلَ يُحَرِّرُ الْعَرَبَةَ مِنَ
الْمِقْبَاضِ ، لِأَنَّ الْكَبْلَ لَا يَتَوَقَّفُ عَنِ الْحَرَكَةِ مُطْلَقًا

كَبْلُ الْمِرْفَاعِ

مَقَاعِدُ الرُّكَّابِ

الْقَرْمَلَةُ (المكبج)

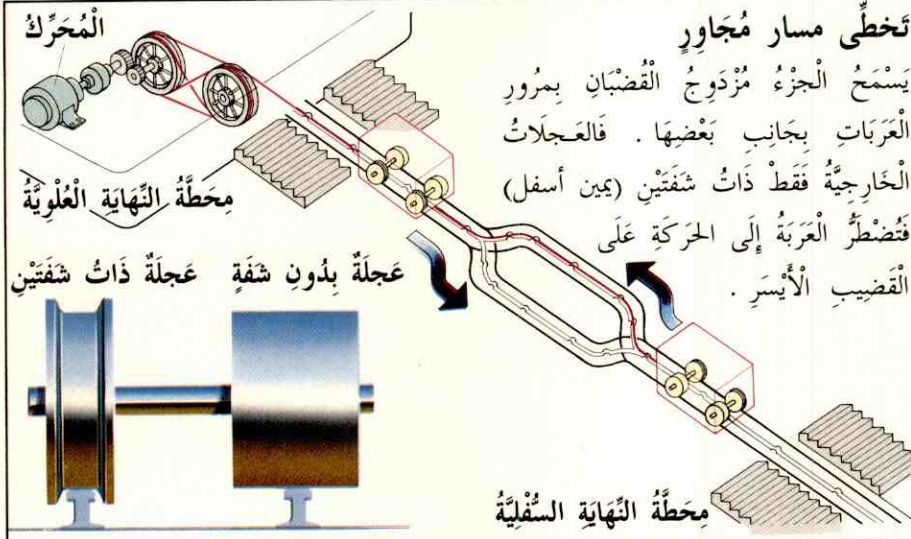
الْفَرَامِلُ

إِذَا انْقَطَعَ الْكَبْلُ أَوْ ارْتَحَى ، وَالْعَرَبَةُ عَلَى
الْمُنْحَدِرِ ، يَنْطَلِقُ تَلْقَائِيًّا وَتَدُّ مُحْمَلٍ عَلَى زُبُرِكِ
فَيُمَسِّكُ بِالْقَضِيْبِ مِنْ كِلَا جَانِبَيْهِ وَيَمْنَعُ التَّرْلَاقَ
الْعَرَبَةَ عَلَى الْمُنْحَدِرِ .

غُرْفَةُ التَّحْكَمِ

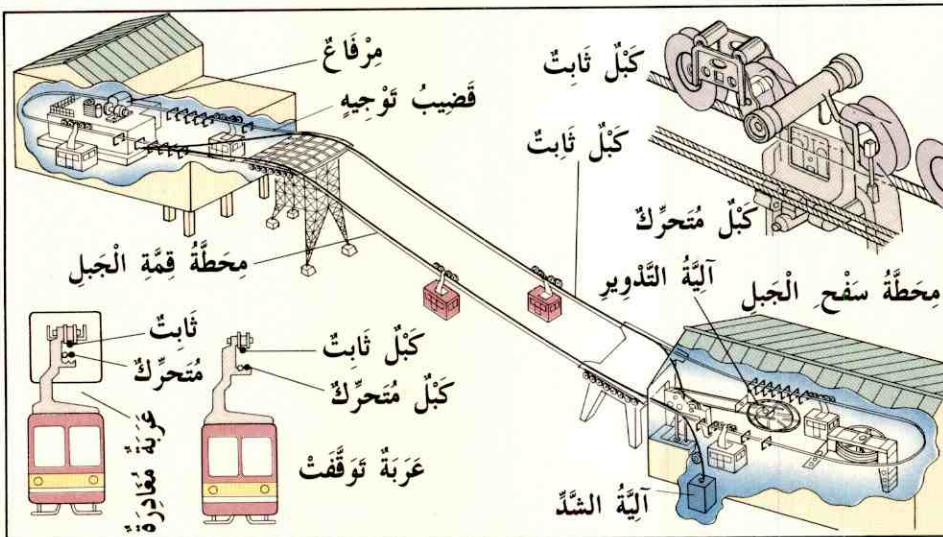
مِرْفَاعٌ

الْمُحَرِّكُ



نِظَامُ الْمَسَارِ الْمَعْلَقِ

فِيهِ تَصْعَدُ عَرَبَاتُ الْكَبَلِ الْهَوَائِيَّةِ الْجَبَلِ
وَتَهْبِطُهُ عَلَى كَبَلَيْنِ . فَعَجَلَاتُ الْعَرَبَةِ
تَجْرِي عَلَى كَبَلٍ ثَابِتٍ (أَيْسَرُ عُلْوَى)
وَتُنْبَتُ الْمَزَالِجُ بِإِحْكَامٍ عَلَى الْكَبَلِ
الْمُتَحَرِّكِ الَّذِي يَسْحَبُ الْعَرَبَةَ بَيْنَ
مِحْطَتَيْنِ . وَعِنْدَ الْوُصُولِ لِلْمِحْطَةِ ،
تُفَلِّكُ الْمَزَالِجُ ، وَتَبْعُدُ الْعَرَبَةَ عَنِ
الْكَبَلِ . وَعِنْدَمَا تَسْعَدُ الْعَرَبَةُ لِلْعَوْدَةِ ،
تُنْقَلُ إِلَى الْكَبُولِ . وَيَطْلُ الْكَبَلُ
مَشْدُودًا بِسَبَبِ وُجُودِ جِسْمٍ ثَقِيلٍ
الْوِزْنِ فِي مِحْطَةِ سَفْحِ الْجَبَلِ .



كَيْفَ تَسِيرُ الْقِطَارَاتُ فَائِقَةُ السَّرْعَةِ؟

كَانَ عَلَى الْقِطَارَاتِ أَنْ تَزِيدَ مِنْ سُرْعَتِهَا لِتَنَافِسَ السَّيَّارَ بِالْجَوِّ .
وَالْيَوْمَ ، بَلَغَتْ سُرْعَةُ الْقِطَارَاتِ فَائِقَةُ السَّرْعَةِ إِلَى حَوَالَى ١٩٠
مِيلًا / سَاعَةً . وَرَغْمَ بُطْءِ هَذِهِ السَّرْعَةِ مُقَارَنَةً بِسُرْعَةِ النَّفَّاثَةِ ، فَإِنَّ
هَذِهِ الْقِطَارَاتِ تَنْقُلُ أَعْدَادًا أَكْبَرَ مِنَ الرُّكَّابِ ، وَتُوصِلُهُمْ إِلَى قَلْبِ
الْمَدِينَةِ بَدَلًا مِنْ تَوْصِيلِهِمْ لِمَطَارٍ عَلَى بُعْدِ عِدَّةِ أَمْيَالٍ . وَتُستَخدَمُ هَذِهِ
الْقِطَارَاتُ فِي الْيَابَانِ لِنَقْلِ ٣٠٠٠٠٠ رَاكِبٍ يَوْمِيًّا بَيْنَ الْمَدِينِ
الْكُبْرَى . وَلِكُلِّ مِنْ بَرِيطَانِيَا وَفَرَنْسَا وَالْمَايَا قِطَارُهَا الْمَعْرُوفُ الْفَائِئِ
السَّرْعَةِ . وَتَرْجِعُ سُرْعَةُ هَذِهِ الْقِطَارَاتِ إِلَى التَّصْمِيمِ الدِّينَامِيكِ
الْهَوَائِيِّ الْمَتَقَدِّمِ ، وَالْمَحَرَّكَاتِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ عَالِيَةِ السَّرْعَةِ ،
وَالنُّظُمَةِ التَّغْلِيْقِ الْمَتَطَوِّرَةِ ، وَالتَّقْنِيَّاتِ الْجَدِيدَةِ لِبِنَاءِ الْقُضْبَانِ
الَّتِي تُقَلِّلُ الْاهْتِزَازَاتِ إِلَى أَدْنَى دَرَجَةٍ . وَامْتِدَادُ الْقِطَارِ
الْمُنْحَدَرَاتِ يُسَاعِدُ الْقِطَارَاتِ عَلَى الْإِنْطِلَاقِ بِأَقْصَى سُرْعَتِهَا
بِأَمَانٍ بِمُسَاعَدَةِ أَنْظِمَةِ تَوَجِيهِ الْقِطَارِ ذَاتِيًا بِوَسْطَةِ الْحَاسِبِ
الْأَلْيِّ .

بَاثُوْجْرَاف (سِنَجَة)

زُجَاجٌ مُقَاوِمٌ لِلْجَلِيدِ

مَسَارُ الْهَوَاءِ الْمُكَيَّفِ

مُكَيِّفُ الْهَوَاءِ

الْأَضْوَاءُ الْأَمَامِيَّةُ

كَاسِحَةُ ثَلُوجٍ

التَّحْكُمُ الْأَلْيُّ فِي الْقِطَارِ

مُقَطَّعُ الثَّلَجِ

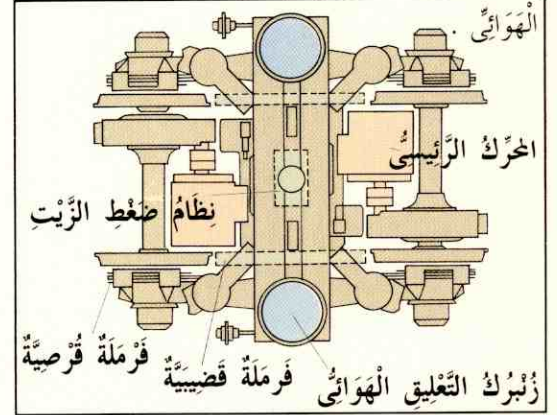
الْجَانِبُ السُّفْلِيُّ

الْمُحَرِّكُ الرَّئِيسِيُّ

مُجْمَعُ عَجَلَاتٍ

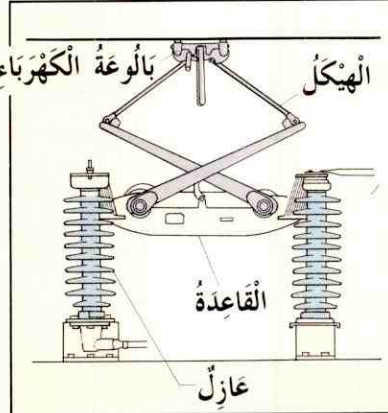
مَجْمَعُ الْعَجَلَاتِ

تَدُورُ الْعَجَلَاتُ بِوَسِطَةِ الْمَحَرِّكَيْنِ الْكَهْرَبَائِيَّيْنِ الْمَوْجُودَيْنِ فَوْقَ كُلِّ مُجْمَعِ عَجَلَاتٍ . وَتُغْلَفُ الْفَرَمَلَةُ الْفَرْصِيَّةُ بِسَبَاكٍ مُقَاوِمَةٍ لِلْحَرَارَةِ . وَتَتَوَقَّرُ نُعُومَةُ حَرَكَةِ الْقِطَارِ بِفَصْلِ زُبُرِكِ التَّغْلِيْقِ الْهَوَائِيِّ .



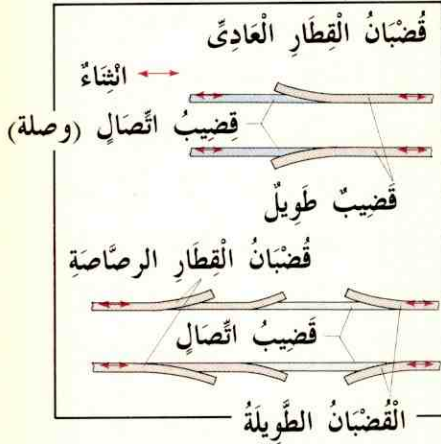
الْبَاسْتُوْجَرَاْفُ (السَّنَجَةُ)

تُصِلُ الطَّاقَةُ إِلَى السَّنَجَةِ خِلَالَ رِيشَةٍ بِالْوَعَةِ الْكَهْرَبَاءِ مِنَ الْخُطُوطِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ الْعُلُويَّةِ . وَهَيْكَلُهُ يُكْسِبُهُ قُوَّةٌ وَيُسَاعِدُ عَلَى تَقْلِيلِ الْمَقَاوِمَةِ .



تَرْكِيبُ الْقُضْبَانِ الطَّوِيلَةِ

تَسِيرُ الْقِطَارَاتُ فَائِئَةً السَّرْعَةِ عَلَى قُضْبَانٍ بِطُولِ ١٦٢٥ يَارْدَةً لِنُعُومَةِ الْحَرَكَةِ . وَلَا تَتَمَدَّدُ أَوْ تَنْكَمِشُ وَصَلَاتُ الْقُضْبَانِ إِلَّا قَلِيلًا بِتَغْيِيرِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ .



الْقِطَارُ الرَّصَاصَةُ (الطَّلَقَةُ)

تُعْتَبَرُ الْقِطَارَاتُ الرَّصَاصَةُ الْيَابَانِيَّةُ — أَوْ حَظُّ شِينْكَانْسِن — أَوَّلَى الْقِطَارَاتِ فَائِئَةً السَّرْعَةِ . وَعِنْدَ افْتِتَاحِ الْحُطِّ عَامَ ١٩٦٤ ، كَانَتْ الْقِطَارَاتُ تَقْطَعُ الْمَسَافَةَ بَيْنَ طُوكْيُو وَأُوسَاكَا فِي أَكْثَرِ مِنْ ٣ سَاعَاتٍ بِمُتَوَسِّطٍ ١٠٠ مِيلٍ / سَاعَةٍ . أَمَّا الْيَوْمَ فَيَعْمَلُ يَوْمِيًّا عَلَى حَظِّ شِينْكَانْسِن ٢٦٣ قِطَارًا يَسْعُ كُلُّ مِنْهَا ١٣٠٠ رَاكِبٍ ، وَتُسْتَعْرَقُ الرَّحْلَةُ سَاعَتَيْنِ ، ٥٢ دَقِيقَةً بِسَّرْعَةٍ قُصْوَى ١٣٦ مِيلًا / سَاعَةٍ . وَالْقِطَارَاتُ الرَّصَاصَةُ — تُشَبِّهُ الْقِطَارَاتِ الْفَائِئَةَ السَّرْعَةَ الْآخَرَى — فِي أَنَّ مَقْدَمَتَهَا مَسْحُوبَةٌ لِتَقْلِيلِ الضَّوْضَاءِ وَمُقَاوِمَةِ الْهَوَاءِ . وَزُجَاجُ نَوَافِذِهَا مُقَاوِمٌ لِلْكَسْرِ لِيَتَحَمَّلَ التَّغْيِيرَاتِ الْمُفَاجِئَةَ فِي الضَّغْطِ عِنْدَ دُخُولِ الْقِطَارِ الْأَنْفَاقِ .



قِطَارَاتُ حَظَمَتِ السَّرْعَاتِ الْمُسَجَّلَةِ

فِي عَامِ ١٩٥٦ وَصَلَتْ سُرْعَةُ قِطَارٍ فَرَنْسِيِّ إِلَى سُرْعَةٍ غَيْرِ مَسْبُوقَةٍ هِيَ ٢٠٥ أَمْيَالٍ / سَاعَةٍ ، وَعِنْدَهَا بَدَأَتْ عَجَلَاتُ الْقِطَارِ فِي الْإِهْتِرَازِ ، فَلَمْ تَزِدْ سُرْعَتُهُ عَنْ ذَلِكَ . وَأَعْلَنَ الْخُبْرَاءُ أَنَّ الْقِطَارَاتِ لَنْ يُمَكِّنَهَا تَجَاوُزُ سُرْعَةٍ ٢٥٠ مِيلًا / سَاعَةٍ ، وَلَكِنْ ثَبَتَ حُطُّوهُمْ . فِي عَامِ ١٩٨٨ سَجَّلَ الْقِطَارُ الْأَلْمَانِيُّ السَّرِيعُ (ICE) سُرْعَةً جَدِيدَةً هِيَ ٢٥٢ مِيلًا / سَاعَةٍ ، وَفِي عَامِ ١٩٩٠ وَصَلَتْ سُرْعَةُ الْقِطَارِ الْفَرَنْسِيِّ الْفَائِئِ السَّرْعَةِ (TGV) إِلَى ٣٢٠ مِيلًا / سَاعَةٍ .



قِطَارُ أَلْمَانِيَا السَّرِيعِ

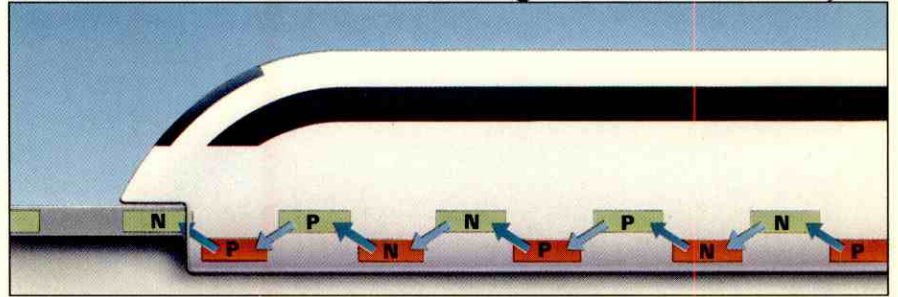


الْقِطَارُ الْفَرَنْسِيُّ فَائِئُ السَّرْعَةِ

كَيْفَ سَيَكُونُ شَكْلُ قِطَارَاتِ الْمُسْتَقْبَلِ ؟

وَبِذَلِكَ يَنْعَدِمُ الْإِخْتِكَافُ الَّذِي يُنْطِئُ الْقِطَارَاتِ ، وَلَا تَقَاوِمُ هَذِهِ الْقِطَارَاتِ الْمَغْنَطِيسِيَّةَ السَّابِحَةَ (أَوِ الْمَاجِلِفِر) إِلَّا الرِّيحُ ، فَتَسْمَكُنُ مِنَ الْإِنْطِلَاقِ بِسُرْعَةٍ تَصِلُ إِلَى ٣٠٠ مِيلٍ / سَاعَةٍ أَوْ أَكْثَرَ . كَمَا سَتَسْمَكُنُ مِنْ صُعُودِ التَّلَالِ أَوْ الْمُرْتَفَعَاتِ بَدَلًا مِنْ اخْتِرَاقِهَا عَنْ طَرِيقِ الْأَنْفَاقِ الَّتِي تَتَكَلَّفُ الْكَثِيرَ لِإِنْشَائِهَا . وَسَيَحُولُ تَصْمِيمُ الْخَطِّ الْحَدِيدِيِّ دُونَ خُرُوجِ الْقِطَارِ عَنِ الْخَطِّ . كَمَا أَنَّهَا سَتَكُونُ عَدِيمَةً الصَّوْضَاءِ لِعَدَمِ وُجُودِ مُحَرَّكَاتٍ أَوْ عَجَلَاتٍ .

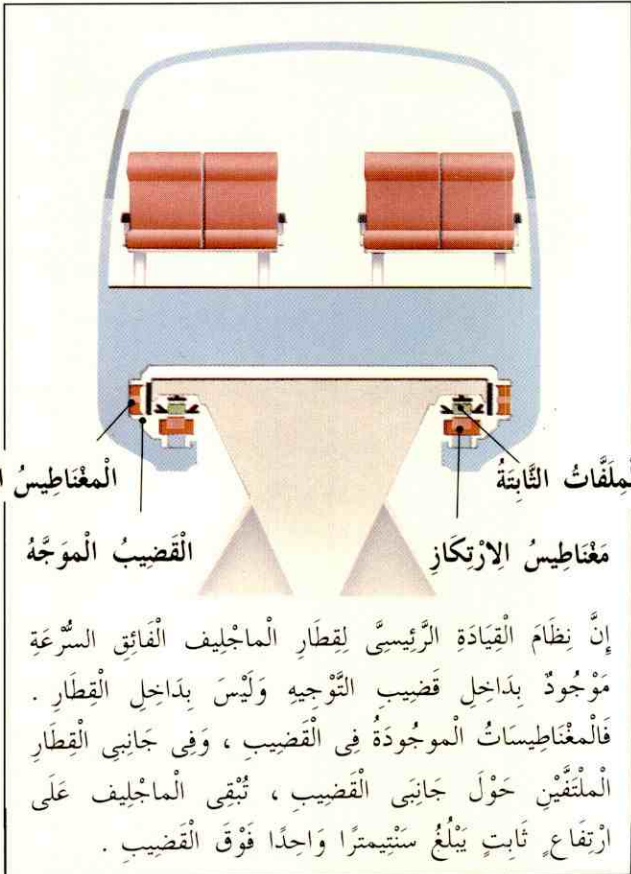
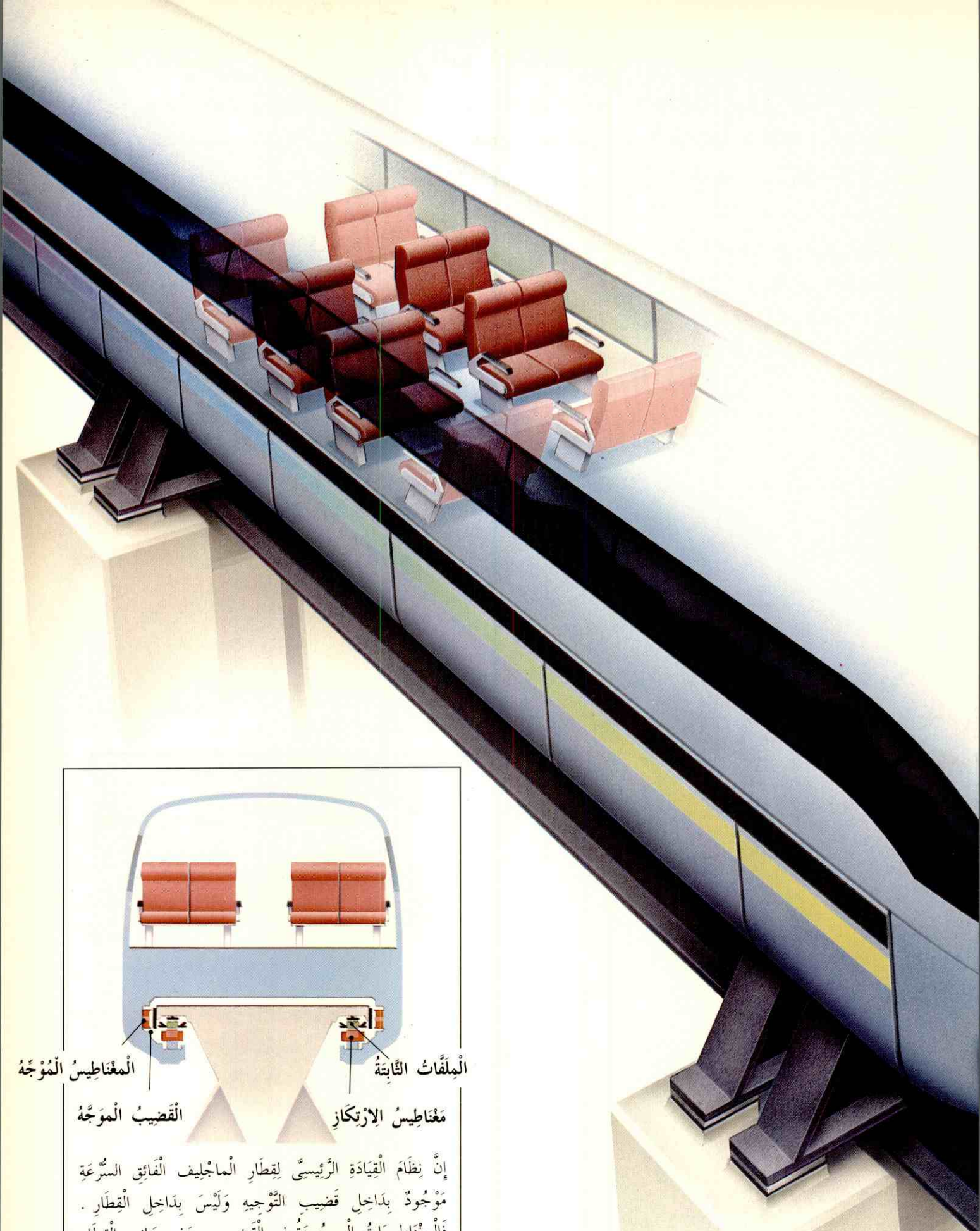
إِذَا نَجَحَ مُهَنْدِسُو أَلْمَانِيَا وَالْيَابَانِ وَالْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ فِي عَمَلِهِمْ ، فَإِنَّ الْجِيلَ التَّالِيَّ مِنَ الْقِطَارَاتِ سَيَكُونُ بِلاَ مُحَرَّكَاتٍ ، وَلَنْ يَسِيرَ عَلَى قُضْبَانٍ . بَلْ ، وَلَنْ يَكُونُ لَهَا عَجَلَاتٌ أَوْ مَحَاوِرُ أَوْ ثُرُوسُ نَقْلِ الْحَرَكَةِ أَوْ فَرَامِلُ . وَبَدَلًا مِنْ كُلِّ هَذَا ، سَتَطْفُو الْقِطَارَاتُ أَوْ تَسْبَحُ فِي الْهَوَاءِ عَلَى وَسَادَةٍ مَغْنَطِيسِيَّةٍ مُوجُودَةٍ فَوْقَ الْقَضِيبِ مُبَاشَرَةً . وَسَتَقُومُ الْمَغْنَطِيسَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْمَعْدَاةُ بِالطَّاقَةِ ، بِجَذْبِ الْقِطَارَاتِ وَدَفْعِهَا عَلَى طُولِ الْخَطِّ ، مِثْلَ لَوْحِ الْإِنْتِزَاقِ الَّذِي يَرْكَبُ الْأَمْوَاجَ .



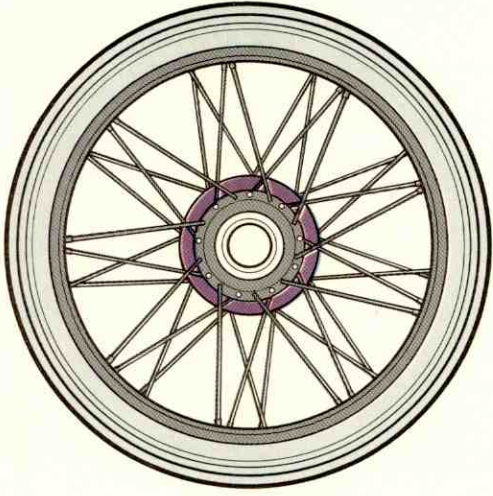
يَسْتَعْدِمُ قِطَارُ الْمَاجِلِفِ الْأَلْمَانِيُّ الْمَغْنَطِيسَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ فِي جَانِبِي الْقِطَارِ ، وَالْمِلَفَاتِ الثَّابِتَةِ الْمَشْحُونَةَ فِي الْمَسَارِ . وَتَتَبَادَلُ شِخْنَاتُ هَذِهِ الْمِلَفَاتِ عَلَى التَّوَالِي بَيْنَ الْمَوْجِبِ وَالسَّالِبِ لِجَذْبِ (أَسْهُمُ زَرْقَاءَ قَاتِمَةٍ) مَغْنَطِيسَاتِ الْقِطَارِ ، وَدَفْعِهَا (أَسْهُمُ زَرْقَاءَ فَاتِحَةٍ) .



الْقِطَارَاتُ الْإِنْسِيَابِيَّةُ الْعَامِلَةُ عَلَى خُطُوطِ النُّقْلِ السَّرِيعَةِ الْأَلْمَانِيَّةِ ، مَبْنِيَّةٌ بِحَيْثُ تَلْتَفُّ حَوْلَ مَسَارٍ تُوَجِّهِهِ مَرْفُوعٌ .



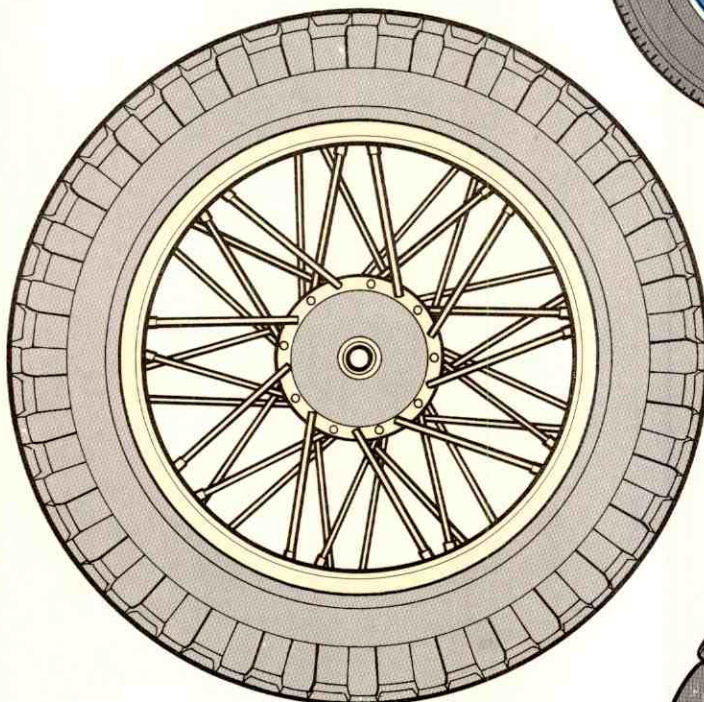
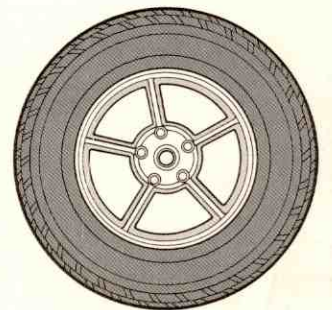
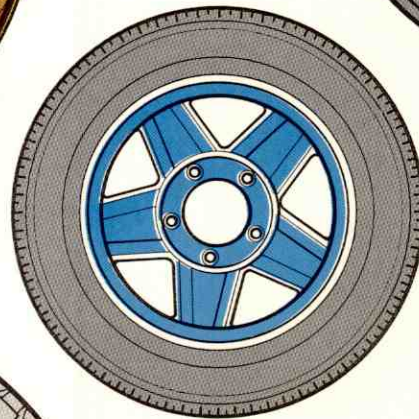
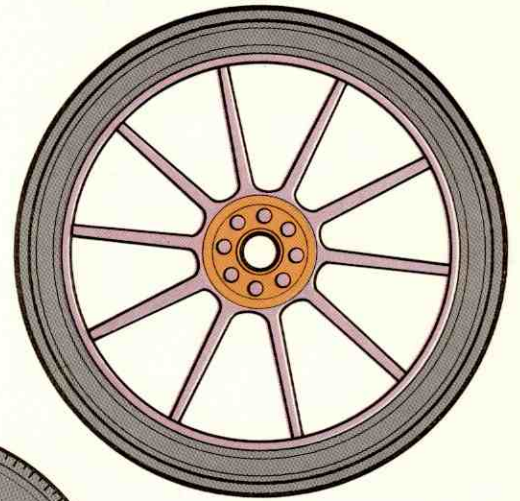
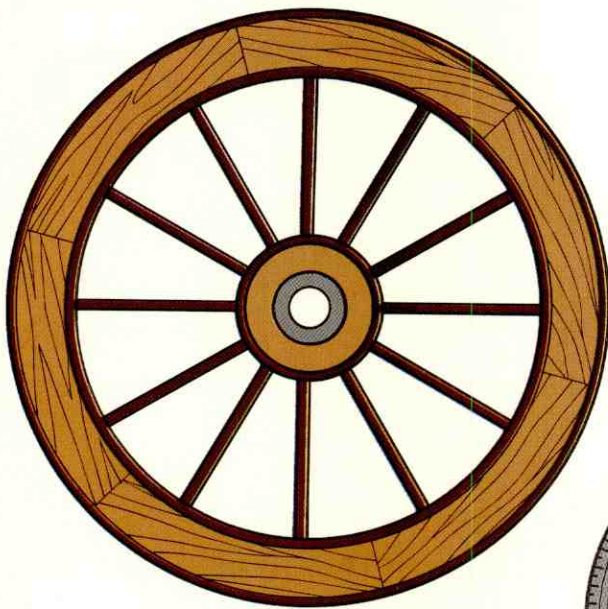
الآلة التي تحرك البشرية



إنَّ فِكْرَةَ المركِّبَةِ الَّتِي تُسَيِّرُ نَفْسَهَا قَدْ حَلَبَتْ لُبَّ النَّاسِ لِقُرُونٍ عَدِيدَةٍ ، وَفِي الْوَاقِعِ فَهَذَا هُوَ الْمَعْنَى الْحَرْفِيُّ لِكَلِمَةِ السَّيَّارَةِ . وَقَدْ احْتَرَعَ الْفَرَنْسِيُّ نِيكُولَا جُوزيف كُويُو أَوَّلَ سَيَّارَةٍ عَامَ ١٧٦٩ ، وَكَانَتْ بُخَّارِيَّةً وَذَاتِ ثَلَاثِ عَجَلَاتٍ . وَرَغْمَ أَنَّ آلَةَ كُويُو لَمْ تَكُنْ عَمَلِيَّةً ، إِلَّا أَنَّهُا كَانَتْ بَدَايَةَ لِسُلْسِلَةٍ مِنَ الْأَحْدَاثِ الَّتِي أُدْخِلَتْ تَغْيِيرَاتٍ جَذَرِيَّةً عَلَى أُسْلُوبِ حَيَاةِ الْبَشَرِ وَطَرِيقَةِ عَمَلِهِمْ وَلَهْوِهِمْ .

أَمَّا الْيَوْمَ فَإِنَّ السَّيَّارَةَ تُعْتَبَرُ وَسِيلَةَ انْتِقَالٍ رَخِيصَةً نَسِيًّا وَمُرِيحَةً وَمُمْتَعَةً لِكَافَّةِ النَّاسِ مِنْ مُخْتَلِفِ الْمُسْتَوَيَاتِ . وَمَا كَانَ كُويُو لِيَتِمَكَّنَ — لَوْ كَانَ حَيًّا — مِنَ التَّعَرُّفِ عَلَى احْتِرَاعِهِ الْمُحَوَّرَ إِلَى السَّيَّارَاتِ الَّتِي نَرَاهَا الْيَوْمَ ، فَهِيَ تَخْتَلِفُ كَثِيرًا ، فَقَدْ أُعِيدَ تَصْمِيمُهَا ، وَأُدْخِلَتْ عَلَيْهَا التَّحْسِينَاتُ ، كَمَا أَضَافَ إِلَيْهَا الْمُهَنْدِسُونَ الْحَاسِبَ الْآلِيَّ ، وَاسْتَحْدَمُوا مَوَادَّ جَدِيدَةً . وَقَدْ أَصْبَحَتِ السَّيَّارَاتُ — بِأَشْكَالِهَا الْمُتَعَدِّدَةِ — لَاغْنَى عَنْهَا لِمَلَائِينَ الْبَشَرِ عَلَى سَطْحِ هَذَا الْكَوْكَبِ ، وَذَلِكَ بِفَضْلِ : اسْتِحْدَامِ أَنْوَاعٍ جَدِيدَةٍ مِنَ الْوَقُودِ ، وَعِلْمِ الدِّينَامِيكَاءِ الْهَوَائِيَّةِ الْحَدِيثِ ، وَالتَّصْمِيمَاتِ الْجَدِيدَةِ لِلْإِطَارَاتِ ، وَالتَّقْنِيَّاتِ الْحَدِيثَةِ . وَسَيَتَنَاوَلُ هَذَا الْفَصْلُ دِرَاسَةً تَمْهِيدِيَّةً لِلتَّرَكِيبِ الدَّاخِلِيِّ لِهَذِهِ الْآلَةِ الْمُعَقَّدَةِ ، وَيَكْشِفُ رُوحَ الْإِبْدَاعِ ، وَالتَّجَارِبِ الَّتِي أَدَّتْ إِلَى انْتِشَارِ السَّيَّارَةِ فِي كُلِّ طَرَفِ الْعَالَمِ .

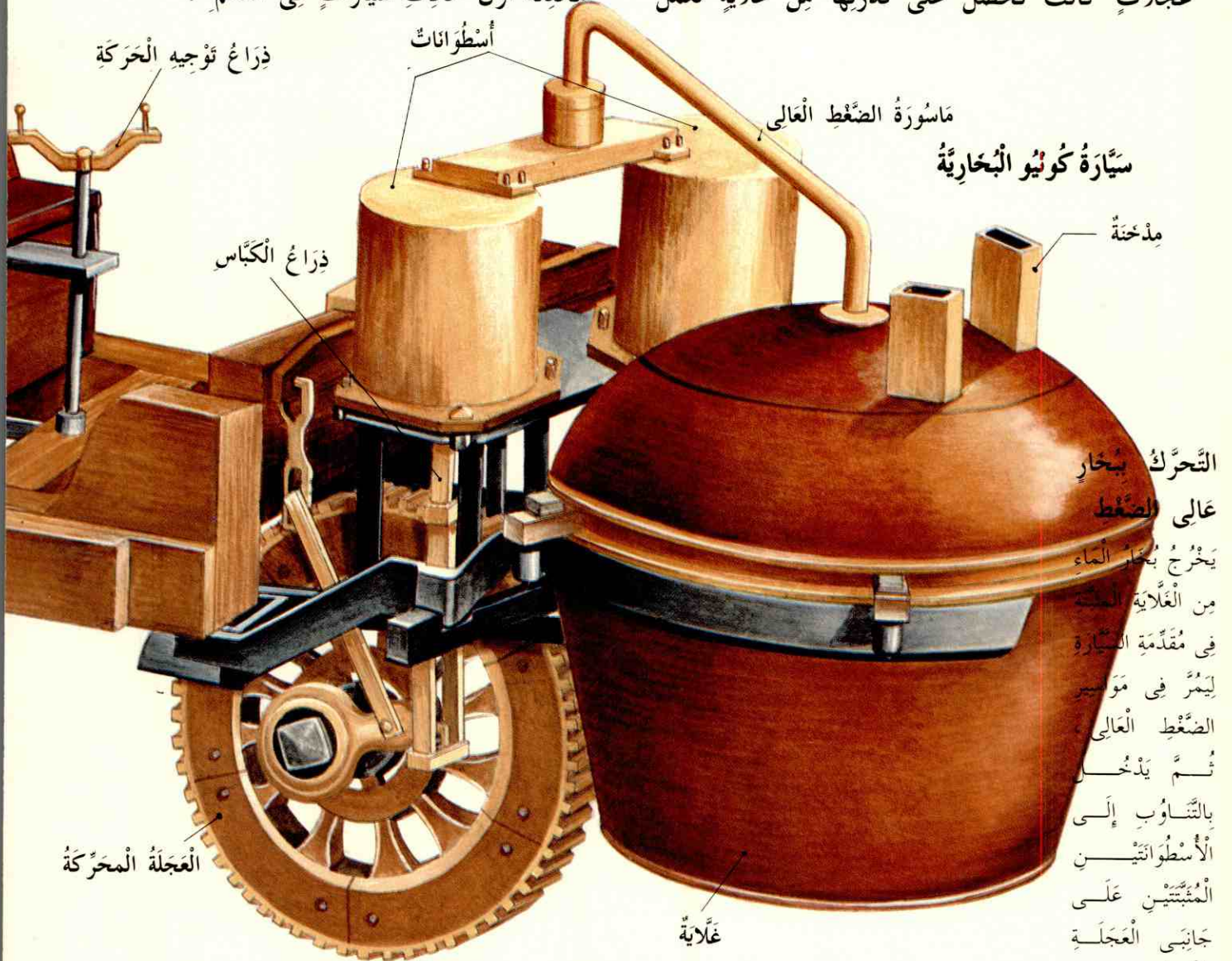
أَشْكَالٌ مُخْتَلِفَةٌ لِعَجَلَاتِ السَّيَّارَةِ ، تَخْتَلِفُ تَصْمِيمَاتُهَا ، وَأَحْجَامُهَا ، وَالْمَوَادُّ الْمَصْنُوعَةُ مِنْهَا بِاخْتِلَافِ السَّيَّارَةِ الَّتِي تُسَيِّرُهَا . وَتُسَمَّى بِنْيَةُ الْعَجَلَةِ إِسْهَامًا كَبِيرًا فِي كِفَاةِ السَّيَّارَةِ وَأَمَانِهَا .



مَنْ اخْتَرَعَ أَوَّلَ سَيَّارَةٍ؟

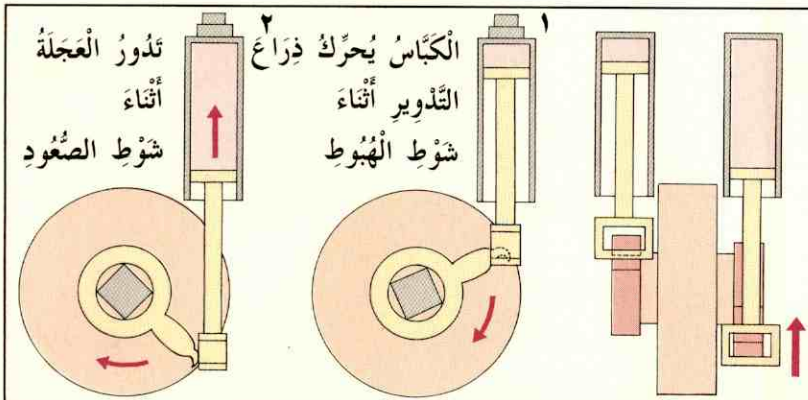
بِالْفَحْمِ ، وَتُشغَّلُ أُسْطُوَانَتَيْنِ بِالتَّنَاقُوبِ ، وَيَتَّصِلُ ذِرَاعًا كَبَاسِيَهُمَا بِالْعَجَلَةِ الْأَمَامِيَّةِ (أَسْفَلَ). وَقَدْ وَصَلَتْ سُرْعَةُ هَذِهِ الْمَرْكَبَةِ إِلَى ٣ أَمْيَالٍ / سَاعَةً ، وَلَكِنَّهَا كَانَتْ صَعْبَةً التَّشْغِيلِ لِأَنَّ ذِرَاعَ التَّوْجِيهِ الَّذِي كَانَ يُدِيرُ الْعَجَلَةَ الْأَمَامِيَّةَ ، كَانَ عَلَيْهِ أَنْ يُدِيرَ أَيْضًا الْغَلَّايَةَ الثَّقِيلَةَ . وَقَدْ وُضِعَتْ هَذِهِ الْمَرْكَبَةُ كَوْنِيُو فِي سَجَلِ تَارِيخِ السَّيَّارَاتِ . وَقَدْ اصْطَلَمَتْ هَذِهِ الْآلَةُ فِي بَدَايَةِ اسْتِخْدَامِهَا بِحَاطِطٍ ، مُحَدِّثَةً أَوَّلَ حَادِثِ سَيَّارَاتٍ فِي الْعَالَمِ .

حَاوَلَ الْمُخْتَرِعُونَ الْأَوَّلُ اسْتِخْدَامَ الرِّيحِ أَوْ نِيَّارَاتِ بُخَارِ الْمَاءِ لِإِمْدَادِ الْمَرْكَبَاتِ ذَاتِيَّةِ الْحَرَكَةِ بِالْقُدْرَةِ . وَلَكِنْ فِي عَامِ ١٧٦٩ اخْتَرَعَ نِيكُولَا جُوزِيْف كُونِيُو الصَّابِطُ بِسِلَاحِ الْمِدْفَعِيَّةِ الْفَرَنْسِيَّةِ مَا اعْتَبَرَهُ الْمُؤَرِّخُونَ «أَوَّلَ سَيَّارَةٍ فِي الْعَالَمِ» (أَسْفَلَ). وَمَرْكَبَتُهُ ذَاتُ الثَّلَاثِ عَجَلَاتٍ كَانَتْ تَحْصُلُ عَلَى قُدْرَتِهَا مِنْ غَلَّايَةٍ تَعْمَلُ

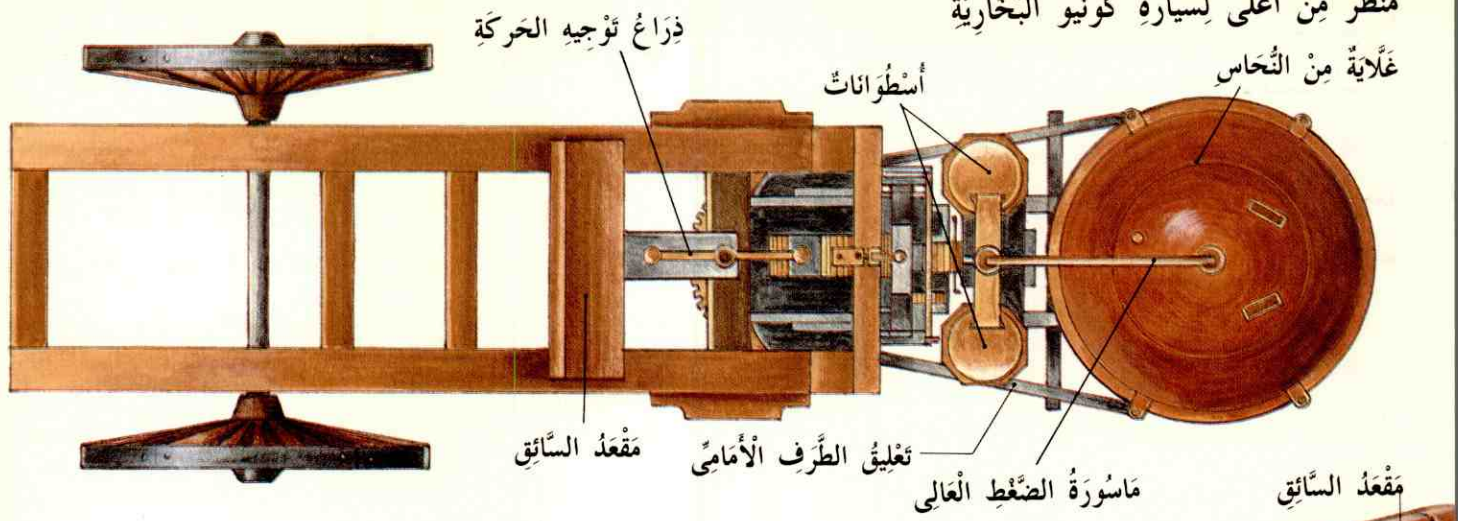


التَّحَرُّكُ بِبُخَارٍ عَالِي الضَّغْطِ يَخْرُجُ بِبُخَارِ الْمَاءِ مِنَ الْغَلَّايَةِ الْمَدْفَعَةِ فِي مُقَدِّمَةِ السَّيَّارَةِ لِيَمُرَّ فِي مَوَاسِيرِ الضَّغْطِ الْعَالِي ، ثُمَّ يَدْخُلُ بِالتَّنَاقُوبِ إِلَى الْأُسْطُوَانَتَيْنِ الْمُتَبَتِّئَتَيْنِ عَلَى جَانِبَيِ الْعَجَلَةِ الْأَمَامِيَّةِ .

وَدَاخِلَ كُلِّ أُسْطُوَانَةٍ يَضْغُطُ الْبُخَارُ عَلَى ذِرَاعِ الْكَبَّاسِ إِلَى أَسْفَلَ لِيُدْفَعَ بِدَوْرِهِ ذِرَاعَ التَّدْوِيرِ الْمَوْجُودَةَ عَلَى جَانِبِ الْعَجَلَةِ مِنْ جِهَةِ نَفْسِ الْأُسْطُوَانَةِ (أَدْنَى يَسَارَ). وَأَثْنَاءَ شَوَاطِ الصُّعُودِ (أَفْصَى يَسَارَ) تَدُورُ الْعَجَلَةُ بِمُسَاعَدَةِ السَّقَاطَةِ الْمَوْجُودَةِ بِدَاخِلِهَا ، بَيْنَمَا تَجْذِبُ ذِرَاعُ الْكَبَّاسِ ذِرَاعَ التَّدْوِيرِ إِلَى أَعْلَى . وَتَتَّصِلُ الْأُسْطُوَانَتَانِ بِبَعْضِهِمَا بِوَاسِطَةِ عَارِضَةٍ هَزَازَةٍ تُحَافِظُ عَلَى آدَائِهِمَا الْمُتَنَاقِبِ مَعَ بَعْضِهِمَا .

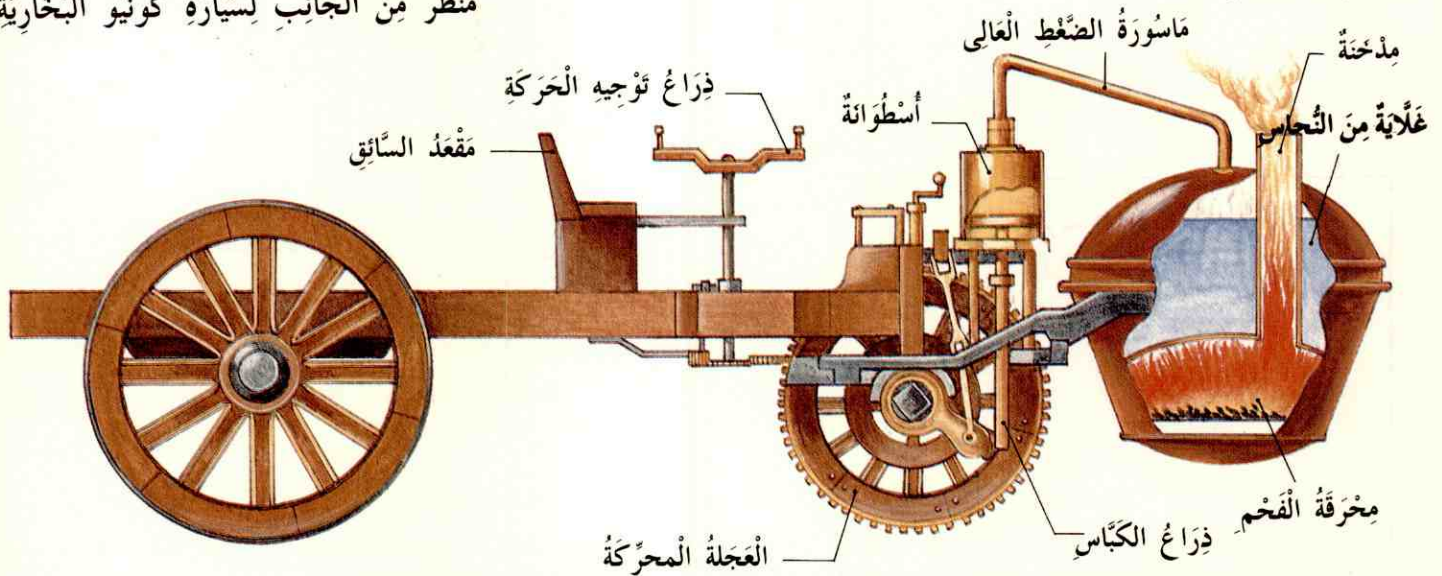


مَنْظَرٌ مِنْ أَعْلَى لِسَيَّارَةِ كُوَيْوُ الْبُخَّارِيَّةِ



رَغْمَ أَنَّ أَسْطُوَانَاتِ السَيَّارَةِ الْبُخَّارِيَّةِ كَبِيرَةٌ جَدًّا (٥٠ لترا)،
إِلَّا أَنَّ سُرْعَةَ السَيَّارَةِ لَمْ تَزِدْ عَلَى ٣ أَمْيَالٍ / سَاعَةٍ . وَكَانَ
كُوَيْوُ مُضْطَرًّا لِلتَّوْقُفِ كُلَّ ١٥ دَقِيقَةٍ لِإِعَادَةِ مَلْءِ الْغَلَّايَةِ
بِالْمَاءِ ، وَالْإِنْتِظَارِ لِمُدَّةِ ١٥ دَقِيقَةٍ أُخْرَى لِيَبْلُغَ صَغْطُ الْبُخَارِ
الدَّرَجَةَ الْمَطْلُوبَةَ .

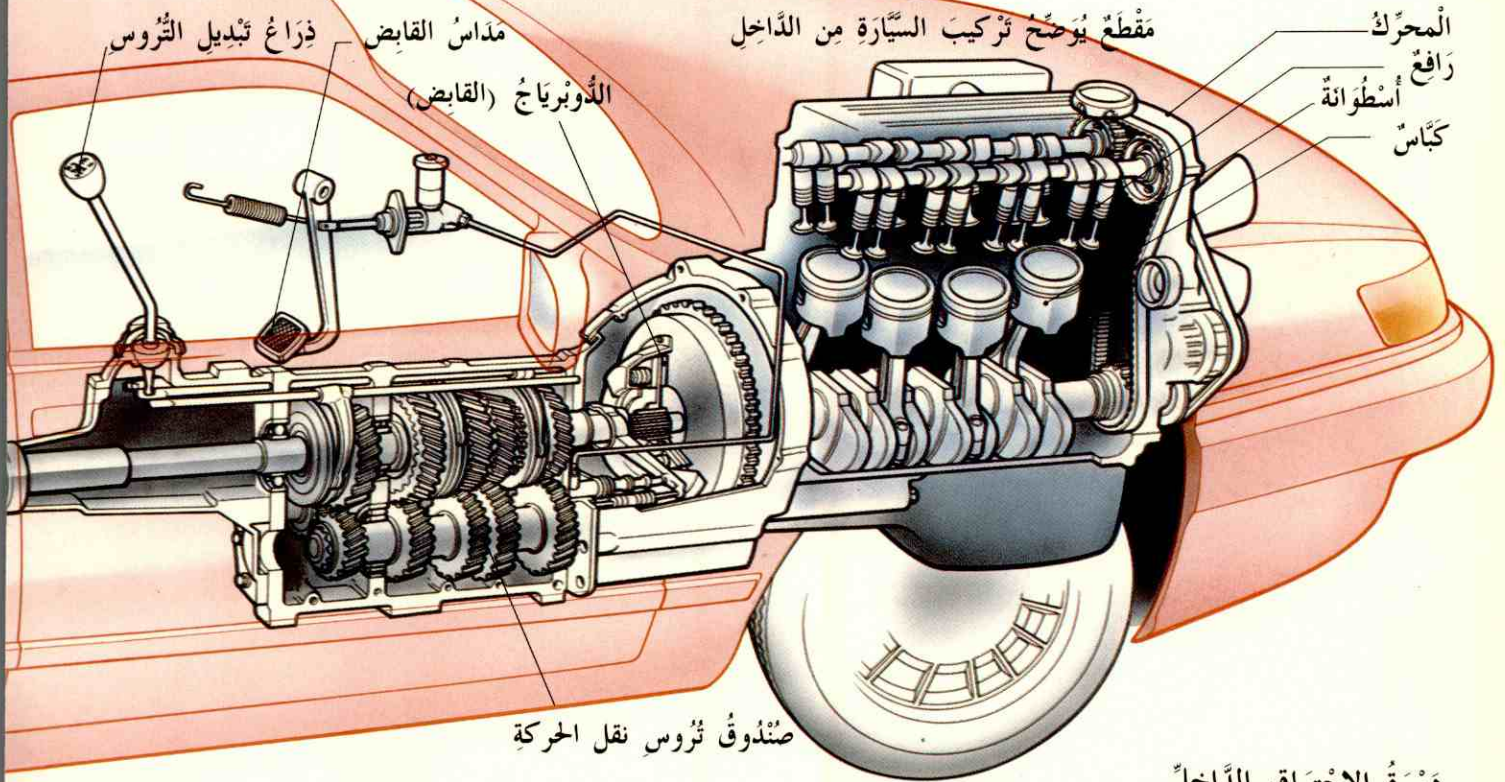
مَنْظَرٌ مِنَ الْجَانِبِ لِسَيَّارَةِ كُوَيْوُ الْبُخَّارِيَّةِ



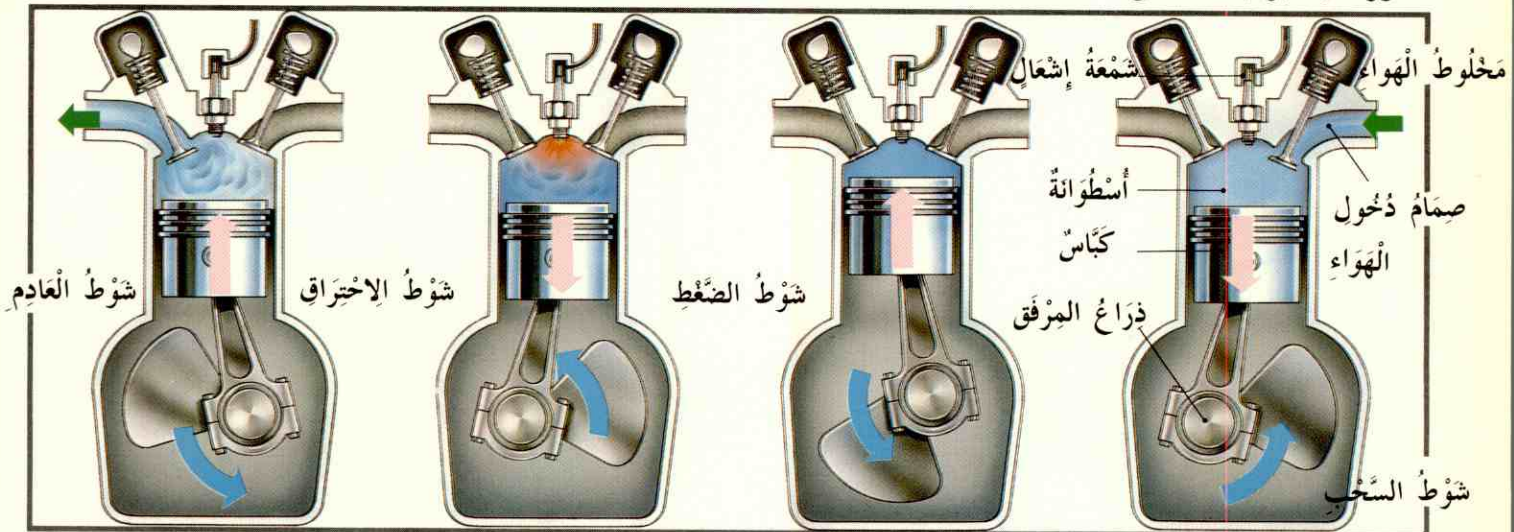
مِنْ أَيْنَ تَحْصُلُ السَّيَّارَةُ عَلَى قُدْرَتِهَا؟

صُنْدُوقُ ثُرُوسٍ نَقْلَ الْحَرَكَةِ . وَتَنْقُلُ هَذِهِ الثُّرُوسُ الْحَرَكَةَ الدَّوَّارَةَ لِعَمُودِ الْمَرْفَقِ إِلَى عَمُودِ الْإِدَارَةِ الْمُوصَّلِ بِمَجْمُوعَةِ شَجَرَةِ ثُرُوسٍ (كُورُونَا) . وَتَنْقُلُ الطَّاقَةَ مِنْ عَمُودِ الْإِدَارَةِ إِلَى مُحَاوَرَةِ الْإِدَارَةِ الْمَرْكَبَةِ عَمُودِيًّا عَلَيْهِ . وَعَمُودُ الْإِدَارَةِ يُسَاعِدُ أَيْضًا الْعَجَلَاتِ الْيُمْنَى وَالْيُسْرَى عَلَى الدَّوْرَانِ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ عِنْدَ تَحْرُكِ السَّيَّارَةِ حَوْلَ الْمُنْحَنِيَّاتِ .

يُمْكِنُ عَتَبَارُ السَّيَّارَةِ أَدَاةً مِكَانِيكِيَّةً تُطْلَقُ مِنَ الْبَنْزِينِ طَاقَةً تَتَحَكَّمُ فِي تَدْوِيرِ عَجَلَاتِهَا . فَيَسْحَبُ الْبَنْزِينُ دَاخِلَ جَمِيعِ أُسْطُوَانَاتِ الْمَحْرَكِ بِالتَّأَوُّبِ (أَسْفَلَ) حَيْثُ يَحْتَرِقُ . وَالطَّاقَةُ الْمُتَوَلَّدَةُ عَنِ الْإِحْتِرَاقِ تَدْفَعُ كَبَّاسَ كُلِّ أُسْطُوَانَةٍ إِلَى أَسْفَلٍ بِدَاخِلِهَا — تَمَامًا مِثْلَ انْدِفَاعِ قَبْضَةِ الْيَدِ دَاخِلَ الْكُمِّ . وَتَنْقُلُ هَذِهِ الطَّاقَةُ مِنْ خِلَالِ عَمُودِ مَرْفَقِ السَّيَّارَةِ (الْكِرْنِك) إِلَى الْقَابِضِ الَّذِي يَتَحَكَّمُ فِي



دَوْرَةُ الْإِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِيِّ

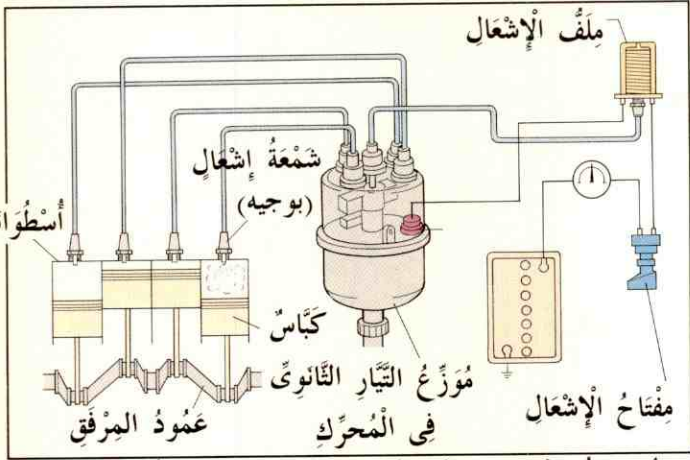
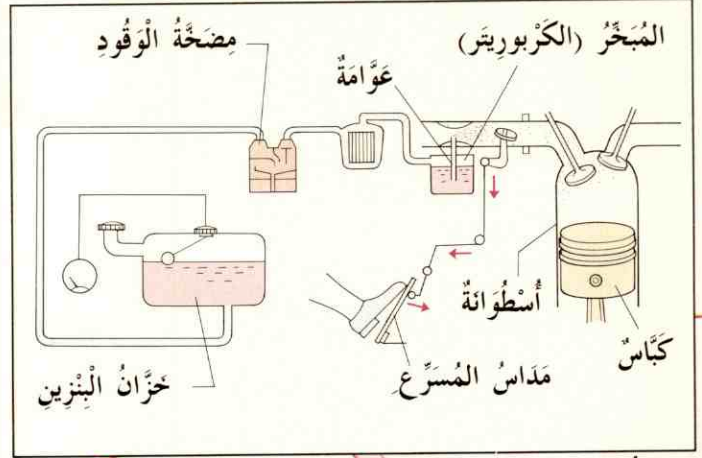


نَوَاتِجِ احْتِرَاقِ الْبَنْزِينِ تُجْبِرُ الْكَبَّاسَ عَلَى الْهُبُوطِ إِلَى أَسْفَلٍ . وَعِنْدَمَا يَرْتَفِعُ الْكَبَّاسُ إِلَى أَعْلَى مَرَّةً أُخْرَى ، يُطْرَدُ الْعَادِمُ مِنْ صِمَامِ الْعَادِمِ إِلَى الْخَارِجِ .

أَثْنَاءَ شَوَاطِ السَّحْبِ يَهْبِطُ الْكَبَّاسُ إِلَى أَسْفَلٍ ، فَيَسْحَبُ خَلِيطًا مِنَ الْغَازِ وَالْهَوَاءِ إِلَى دَاخِلِ الْأُسْطُوَانَةِ . وَبَارْتِفَاعِ الْكَبَّاسِ إِلَى أَعْلَى يَنْضَعُطُ هَذَا الْخَلِيطُ . وَعِنْدَمَا تُشْعَلُ شَمْعَةُ الْإِشْعَالِ الْخَلِيطُ ، فَإِنَّ

خَلِيطٌ مُتَفَجِّرٌ مِنْ رَذَاذِ الْوَقُودِ

إِصْرَامُ الشَّرَرِ اللَّازِمِ لِلانْفِجَارِ



يَقُومُ مِلْفُ الْإِشْعَالِ بِرَفْعِ الْجُهْدِ الْمُنْخَفِضِ مِنَ الْبَطَّارِيَّةِ إِلَى جُهْدٍ عَالٍ يُرْسِلُهُ الْمَوْزِعُ إِلَى شَمْعَاتِ الْإِشْعَالِ الَّتِي تَقُومُ بِإِشْعَالِ خَلِيطِ الْوَقُودِ دَاخِلَ الْأَسْطُوَانَاتِ .

يَحْتُمِلُ مَدَاسُ الْمُسْرَعِ الْمُبَخَّرَ عَلَى خَلِيطِ الْبَنْزِينِ بِالْهَوَاءِ مُنْتِجًا رَذَاذًا مِنَ الْوَقُودِ . وَيُسْحَبُ هَذَا الرَذَاذُ إِلَى دَاخِلِ الْأَسْطُوَانَاتِ لِإِشْعَالِ بِوَاسِطَةِ شَمْعَةِ الْإِشْعَالِ .

عَمُودُ التَّدْوِيرِ

التَّرْسُ النَّهَائِي الْقَابِضُ

تَّرْسُ جَانِبِي

تَّرْسُ خَلْفِي

تَّرْسُ الْإِدَارَةِ الصَّغِيرِ (الْبِنْيُونِ)

عَمُودُ إِدَارَةِ شَجَرَةِ التَّرْسِ الْفَرَقِيَّةِ .

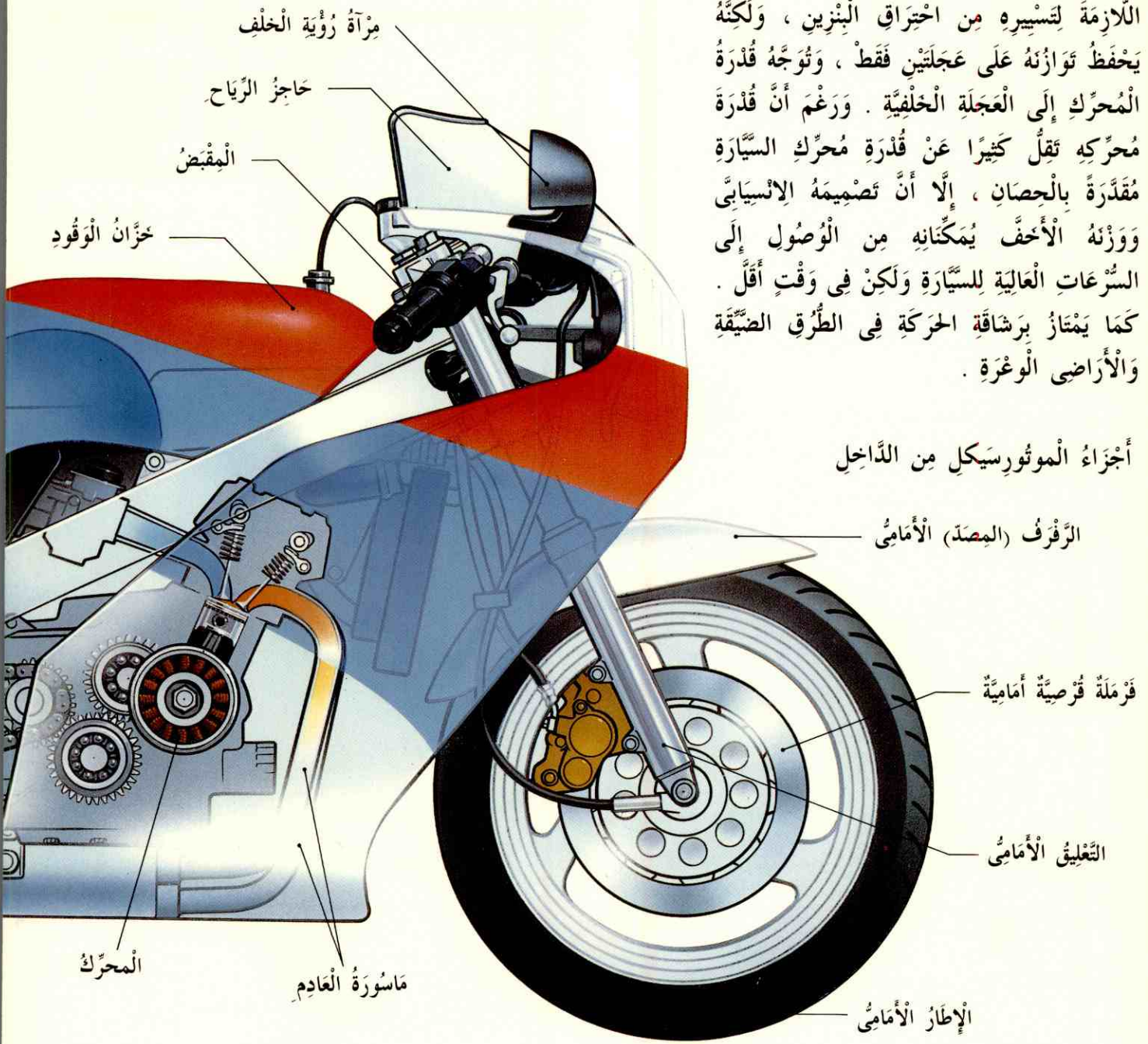
تَّرْسٌ يَتَحَكَّمُ فِي الْحَرَكَاتِ غَيْرِ الْمَتَسَاوِيَةِ

لِكَيْ تَسِيرَ السَّيَّارَةُ بِسُهُولَةٍ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهَا فِي مُنَحْنَى مَا ، فَإِنَّ عَجَلَانَهَا الْخَارِجِيَّةَ يَجِبُ أَنْ تَدُورَ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ وَتَقْطَعُ مَسَافَةً أَطْوَلَ مِمَّا تَقْطَعُهُ الْعَجَلَاتُ الدَّاخِلِيَّةُ . وَيَتَحَقَّقُ هَذَا فِعْلًا بِوَاسِطَةِ شَجَرَةِ التَّرْسِ الْفَرَقِيَّةِ . وَهِيَ مَجْمُوعَةٌ مُتَشَابِكَةٌ مِنَ التَّرْسِ وَالْتَوَاتِ الْمَانِعَةِ لِلْحَرَكَةِ وَالْمُسَنَّاتِ الصَّغِيرَةِ ، وَتَرْبِطُ عَمُودَ التَّدْوِيرِ بِمُحَوَرِي الْعَجَلَتَيْنِ الْخَلْفِيَّتَيْنِ ، وَتَتَحَكَّمُ فِي سُرْعَةِ دَوْرَانِ كُلِّ مِنَ الْمُحَوَرَيْنِ ، بَلْ إِنَّهَا تَسْمَحُ لَهُمَا بِالْدَوْرَانِ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ إِذَا لَزِمَ الْأَمْرُ .

كَيْفَ يَعْمَلُ الْمُوتُورَسِيكِلُ (الدَّرَاجَةُ الْبُخَارِيَّةُ) ؟

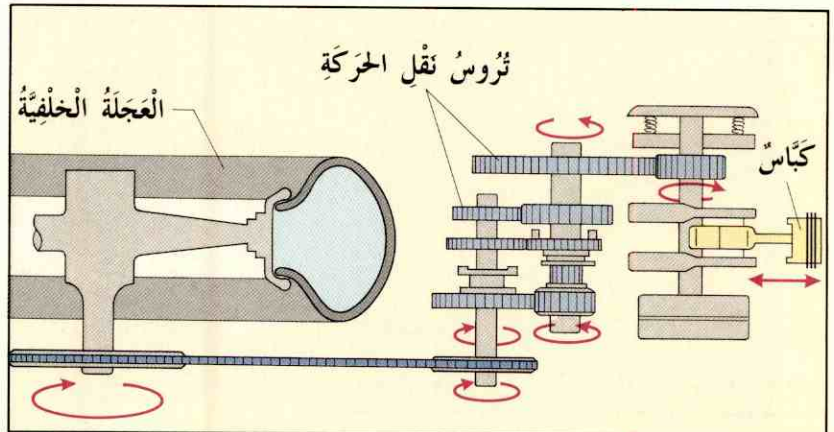
يَسْتَمِدُّ الْمُوتُورَسِيكِلُ — مِثْلُ السَّيَّارَةِ — الْقُدْرَةَ اللَّازِمَةَ لِتَسْيِيرِهِ مِنْ اخْتِرَاقِ الْبَنْزِينِ ، وَلَكِنَّهُ يَحْفَظُ تَوَازُنَهُ عَلَى عَجَلَتَيْنِ فَقَطْ ، وَتَوَجُّهُ قُدْرَتُهُ الْمُحَرِّكُ إِلَى الْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ . وَرَغْمَ أَنَّ قُدْرَةَ مُحَرِّكِهِ ثَقِيلٌ كَثِيرًا عَنْ قُدْرَةِ مُحَرِّكِ السَّيَّارَةِ مُقَدَّرَةً بِالْحِصَانِ ، إِلَّا أَنَّ تَصْمِيمَهُ الْإِنْسِيَابِيَّ وَوِزْنَهُ الْأَخْفَ يُمَكِّنَانِهِ مِنَ الْوُصُولِ إِلَى السَّرْعَاتِ الْعَالِيَةِ لِلْسَّيَّارَةِ وَلَكِنْ فِي وَقْتٍ أَقَلِّ . كَمَا يَمْتَّازُ بِرَشَاقَةِ الْحَرَكَةِ فِي الطَّرِيقِ الضِّيقَةِ وَالْأَرَاضِي الْوَعْرَةِ .

أَجْزَاءُ الْمُوتُورَسِيكِلِ مِنَ الدَّاخِلِ



كَيْفَ تَصِلُ الْقُدْرَةُ إِلَى الْعَجَلَةِ

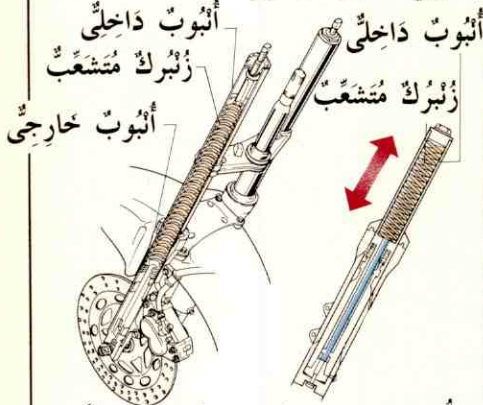
يَتِمَّثَلُ أَدَاءُ مُحَرِّكِ الْمُوتُورَسِيكِلِ مَعَ أَدَاءِ مُحَرِّكِ السَّيَّارَةِ بِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ . فَاخْتِرَاقُ الْوَقُودِ دَاخِلَ أُسْطُوانَاتِ الْمُحَرِّكِ يَضْعُطُ عَلَى الْكَبَاسَاتِ (أَقْصَى يَمِين) الَّتِي تُسَبِّبُ دَوْرَانَ الْعُمُودِ الْمَرْفُوعِي فَتَنْتَقِلُ الْحَرَكَةُ الدَّائِرِيَّةُ إِلَى الْجَنْزِيرِ . وَلِأَنَّ هَذِهِ الْحَرَكَةَ الدَّائِرِيَّةَ تَكُونُ سَرِيعَةً جِدًّا مِمَّا يَتَعَدَّرُ مَعَهُ نَقْلُهَا لِلْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ مُبَاشَرَةً ، فَإِنَّهُ يَجِبُ تَمْرِيرُهَا عَلَى ثُرُوسٍ نَقْلِ الْحَرَكَةِ لِتَقْلِيلِهَا بَعْضَ الشَّيْءِ . وَأَخِيرًا تَدُورُ الْعَجَلَةُ الْخَلْفِيَّةُ بِمُعَدَّلٍ دَوْرَةٍ وَاحِدَةٍ كَامِلَةٍ مُقَابِلَ كُلِّ دَوْرَتَيْنِ لِعُمُودِ الْمَرْفِقِ .



جَعْلُ الرُّكُوبِ سَهْلًا

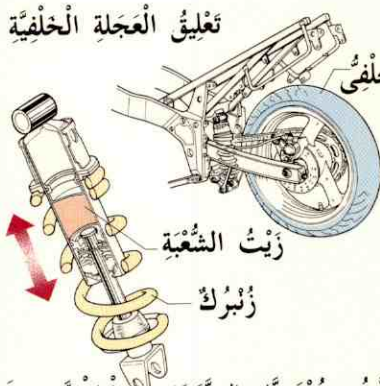
إِنَّ نِظَامَ التَّغْلِيقِ الْمُحْمَلِ عَلَى زُبُرِكِ،
وَالْمُرَكَّبِ عَلَى كُلِّ مِنْ عَجَلَتَيْ
المُوتورسيكلِ يُوسِّدُ السَّائِقَ وَالْمَحْرَكَ
وَيَمْتَصُّ آثَارَ أَى عَدَمِ اسْتَوَاءٍ فِي الطَّرِيقِ .

تَغْلِيقُ الْعَجَلَةِ الْأَمَامِيَّةِ



تَقُلُّ الْاهْتِرَازَاتُ بِفَضْلِ الزُّبُرِكَاتِ الَّتِي
تَمْتَصُّ الصَّدَمَاتِ وَالْمَوْجُودَةِ دَاخِلَ شَعْبِ
جَوْفَاءِ مَمْلُوءَةٍ بِالزَّيْتِ .

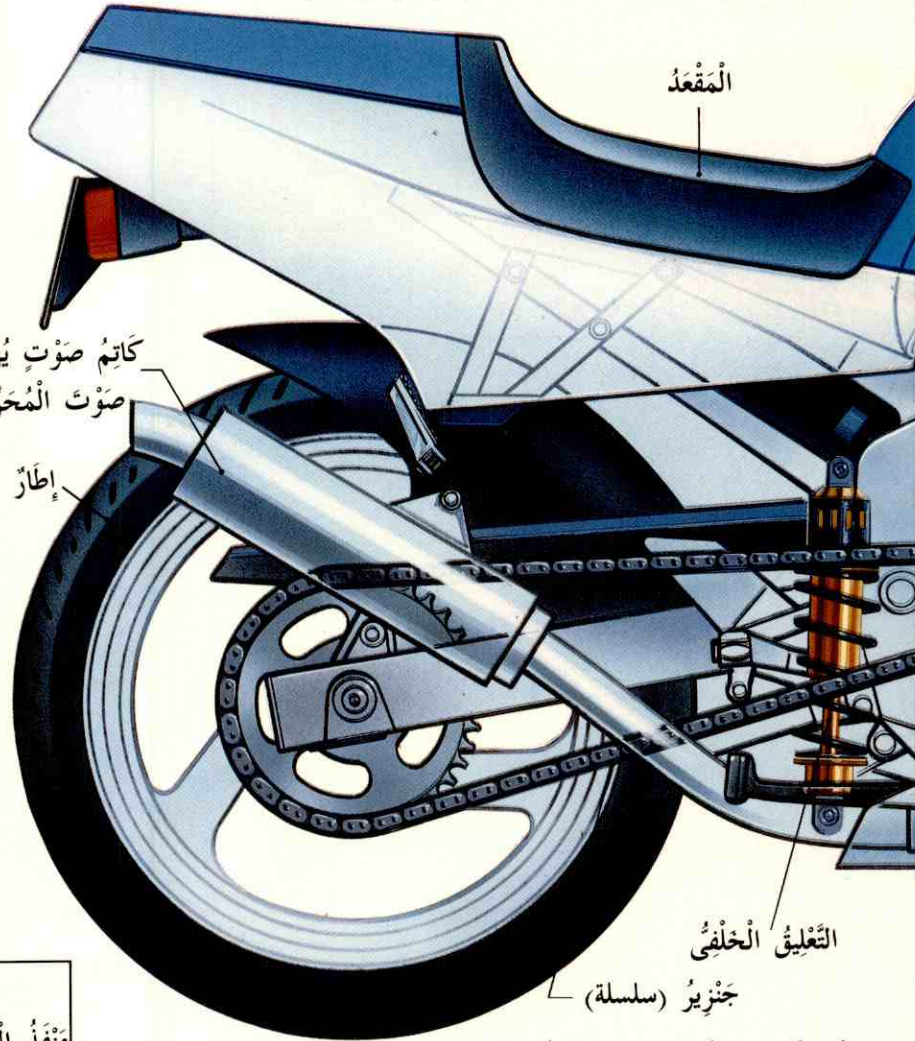
تَغْلِيقُ الْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ



يُثَبَّتُ مُمْتَصَّ الصَّدَمَاتِ الْخَلْفِيَّةِ عَلَى
الْهَيْكَلِ ، وَاحِدًا عَلَى كُلِّ جَانِبٍ مِنَ
الْعَجَلَةِ .

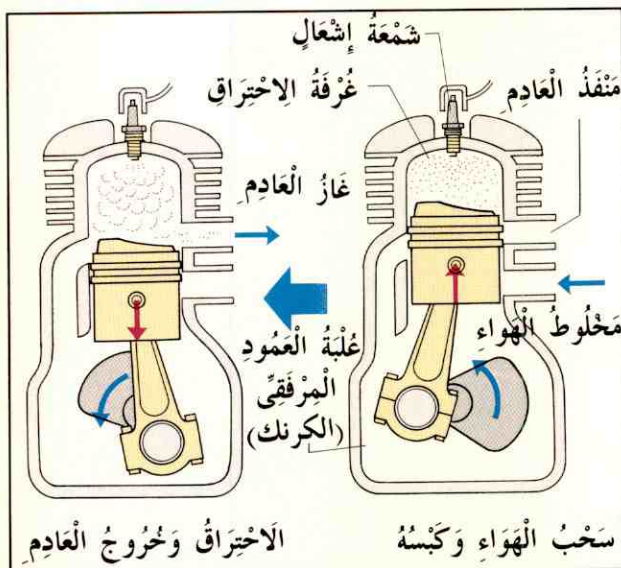


يَصِلُ الْمُوتورسيكلُ إِلَى سُرْعَاتٍ عَالِيَةٍ بِخَفَّةٍ وَرَشَاقَةٍ .



قُدْرَةٌ إِضَافِيَّةٌ مِنَ مُحَرِّكِ ثَنَائِي الشُّوْطِ

تُودَى الْمُحَرِّكَاتُ رُبَاعِيَّةُ الْأَشْوَاطِ أَرْبَعَ خُطُواتٍ هِيَ : سَحْبُ الْهَوَاءِ ثُمَّ
الضَّغْطُ ثُمَّ الْإِحْتِرَاقُ وَأَخِيرًا طَرْدُ الْعَادِمِ . وَلِإِثْمَانِهَا تَدُورُ الْكَبَاسَاتُ دَوْرَتَيْنِ
كَامِلَتَيْنِ فَيَحْدُثُ احْتِرَاقٌ مُتَحَكِّمٌ فِيهِ فِي كُلِّ مَرَّةٍ يَرْتَفِعُ فِيهَا الْكَبَاسُ لِأَعْلَى .
وَيُودَى مُحَرِّكُ الْمُوتورسيكلِ ثَنَائِي الشُّوْطِ نَفْسَ الْخُطُواتِ مَعَ دَوْرَةِ كُلِّ
كَبَاسٍ . فَعِنْدَ ارْتِفَاعِ الْكَبَاسِ يَتَمُّ سَحْبُ الْهَوَاءِ وَكَبْسُهُ (يسار قريب) ، وَأَثْنَاءِ
الْهُبُوطِ يَتَمُّ الْإِحْتِرَاقُ وَطَرْدُ الْعَادِمِ (يسار بعيد) . فَتَكُونُ قُدْرَةُ مُحَرِّكِ ثَنَائِي
ضِعْفُ قُدْرَةِ مُحَرِّكِ رُبَاعِيٍّ لَهُ نَفْسُ عَدَدِ الدَّوْرَاتِ فِي الدَّقِيقَةِ . وَرَغْمَ أَنَّ حَجْمَ
الْمُحَرِّكِ وَالْإِحْتِكَالِكَ يُقَلِّلَانِ مِنَ الْفَائِدَةِ إِلَّا أَنَّ قُدْرَةَ الثَّنَائِي مَازَالَتْ حَوَالِي مَرَّةٍ
وَنِصْفٍ مِثْلَ قُدْرَةِ الرُّبَاعِي .



كَيْفَ تَوْقِفُ الْفَرَامِلُ (المكابح) السَّيَّارَةَ؟

إِنَّ النَّوعَيْنِ الْأَسَاسِيَيْنِ مِنْ أَنْظِمَةِ الْفَرَامِلِ هُمَا : الْفَرَامِلُ الْبَرْمِيلِيَّةُ وَالْفَرَامِلُ الْقُرْصِيَّةُ ، وَكِلَاهُمَا يُوقِفُ السَّيَّارَةَ بِإِحْدَاثِ احْتِكَاكٍ عِنْدَ عَجَلَاتِهَا . فَالْفَرَامِلُ الْبَرْمِيلِيَّةُ تُحْدِثُ الْإِحْتِكَاكَ بِضَعْفِ مَسْنَدَيْنِ عَلَى الْجِدَارِ الدَّاخِلِيِّ لِبرْمِيلٍ هُوَ أَحَدُ أَجْزَاءِ الْعَجَلَةِ (مقابل أسفل).

أَمَّا الْفَرَامِلُ الْقُرْصِيَّةُ — وَهِيَ الْأَحْدَثُ وَالْأَكْثَرُ انْتِشَارًا — فَتَقْبِضُ بِمُنْتَهَى الْبَسَاطَةِ عَلَى قُرْصٍ بَيْنَ مَسْنَدَيْنِ (أسفل). وَفِي كِلَا هَذَيْنِ النَّوعَيْنِ مِنَ الْفَرَامِلِ ، فَإِنَّهُ عِنْدَمَا يَضْعُطُ السَّائِقُ عَلَى دَوَاسَةِ الْفَرَامِلِ يَنْتَقِلُ الضَّغْطُ إِلَى الْفَرَامِلِ عَنْ طَرِيقِ الْخَرَاطِيمِ الْمَمْلُوءَةِ بِالسَّائِلِ وَالْمُسَمَّاةِ حُطُوطِ الْفَرَامِلِ (أسفل) .

وَعَاءُ سَائِلِ الْفَرَامِلِ

قُرْصَةُ الْقُرْصِيَّةِ

تَكْثِيفُ الضَّغْطِ عَلَى الْقُرْصِ

مَدَاسُ الْفَرَامِلِ

الْأَسْطُوَانَةُ الرَّئِيسِيَّةُ

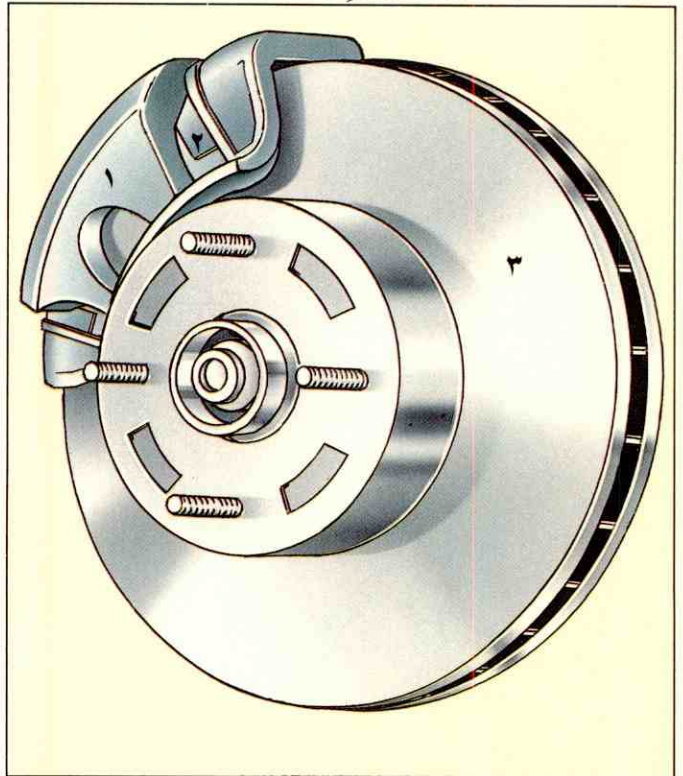
مَسْنَدُ الْفَرَامِلِ

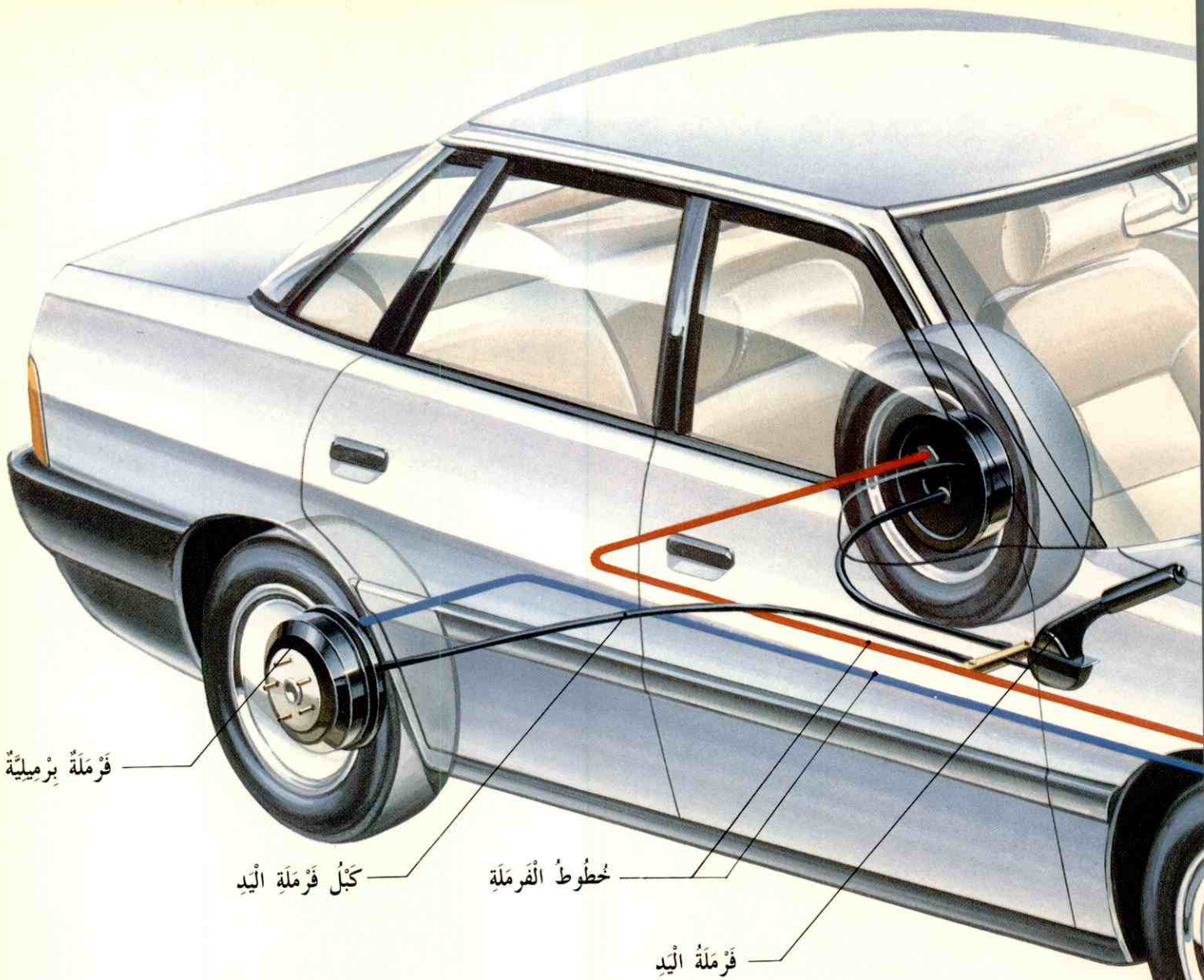
قُرْصُ الْقُرْصِيَّةِ

سَائِلُ الْقُرْصِيَّةِ

الْقُرْصَةُ الْقُرْصِيَّةُ (يمين) : تُتَكَوَّنُ مِنْ قُرْصٍ مَعْدِنِيٍّ (٣) مُثَبَّتٍ فِي الْعَجَلَةِ بِمَسَامِيرَ ، وَمَسْنَدَيْنِ (٢) عَلَى جَانِبَيْ الْقُرْصِ تُمَسِّكُهُمَا كَلَابَةٌ (١). وَعِنْدَ الضَّغْطِ عَلَى دَوَاسَةِ الْفَرَامِلِ تَضْعُطُ الْكَلَابَةُ عَلَى الْمَسْنَدَيْنِ اللَّذَيْنِ يَضْعُطَانِ بِدَوْرِهِمَا عَلَى الْقُرْصِ فَيَبْطِئُ دَوْرَانُ الْعَجَلَةِ . وَالْفَرَامِلُ الْقُرْصِيَّةُ أَكْثَرُ كِفَاءَةً فِي الْأَدَاءِ مِنَ الْفَرَامِلِ الدَّارِيَّةِ نَظَرًا لِأَنَّهَا تَبْرُدُ أَسْرَعَ مِنْهَا ، وَتَنْفُضُ الْمَاءَ أَسْرَعَ أَيْضًا .

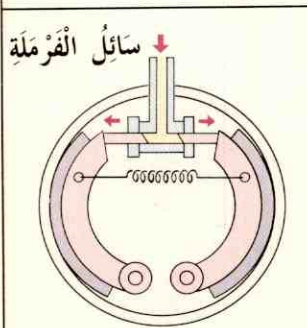
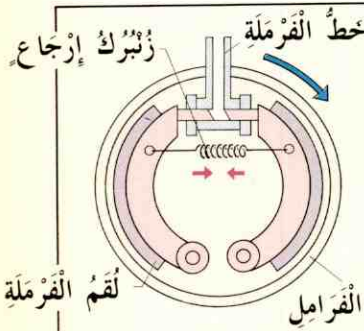
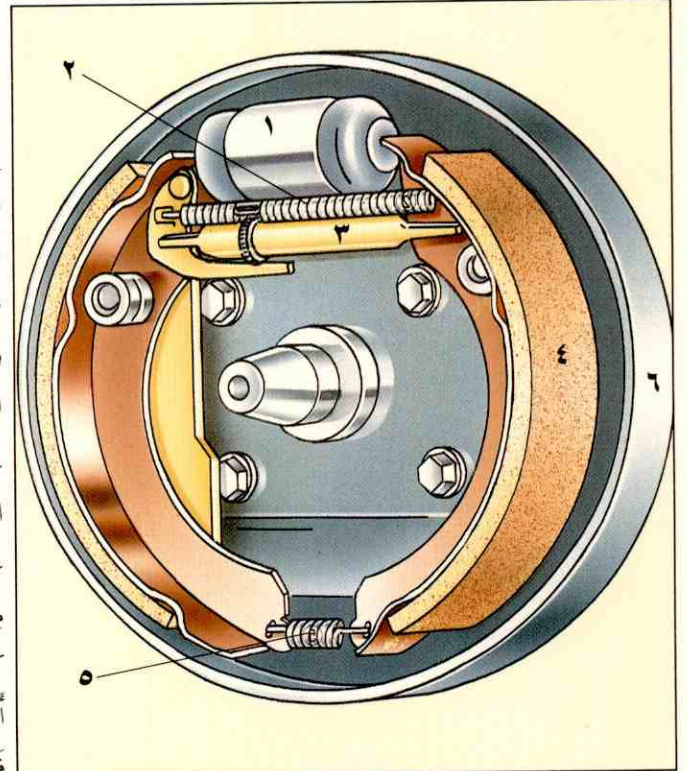
تَلْتَصِقُ كَلَابَتَا الْفَرَامِلِ بِالْمَسْنَدَيْنِ وَلَكِنَّهَا لَا تَلْتَصِقُ بِالْقُرْصِ (أعلى يسار). وَالضَّغْطُ عَلَى دَوَاسَةِ الْفَرَامِلِ يَزِيدُ الضَّغْطَ عَلَى سَائِلِ الْقُرْصِيَّةِ (أسفل يسار) الَّذِي يَضْعُطُ عَلَى الْمَسْنَدَيْنِ ضِدَّ الْقُرْصِ .





الاحتكاك داخل برميل دوّار

عِنْدَ الضَّغْطِ عَلَى مَدَاسِ الْفَرْمَلَةِ تَضْغُطُ
أَسْطَوَانَةُ الْعَجَلَةِ (١) بِدَوْرَهَا عَلَى حِذَائِي
الْفَرْمَلَةِ (٤) وَنَظِيرَتِهَا فَتَبَاعُدُ بَيْنَهُمَا لِتُرْتَكِزَ
عَلَى الْمُرْسَاقَةِ (٥). ثُمَّ يَضْغُطُ الْحِذَاءَانِ
بِشِدَّةٍ عَلَى جِدَارِ الْبَرْمِيلِ الْمَعْدِنِيِّ (٦)
وَالْمُثَبَّتِ بِالْعَجَلَةِ. وَعِنْدَ رَفْعِ الضَّغْطِ عَنِ
الدَّوَّاسَةِ يَعْملُ زُنْبُرُكُ الْإِرْجَاعِ (٢) عَلَى
عَوْدَةِ الْقَمَتَيْنِ إِلَى وَضْعِهِمَا الْأَصْلِيِّ.
وَيُسْتَخْدَمُ الْمَعْدَلُ (٣) لِضَبْطِ أَوْضَاعِ
الْقَمِ.



عِنْدَ عَدَمِ اسْتِخْدَامِ الْفَرَامِلِ يُحَافِظُ زُنْبُرُكُ
الْإِرْجَاعِ (أَعْلَى يَسَارٍ) عَلَى إِبْعَادِ الْحِذَائَيْنِ
عَنِ الْبَرْمِيلِ الْمَعْدِنِيِّ. وَالضَّغْطُ الْحَادِثُ
مِنْ خَطِّ الْفَرْمَلَةِ (أَسْفَلُ يَسَارٍ) يُحَرِّكُ
كَبَاسَاتِ أَسْطَوَانَةِ الْعَجَلَةِ لِتَضْغُطَ عَلَى
أُحْدِيَةِ الْفَرْمَلَةِ الَّتِي تَضْغُطُ عَلَى الْبَرْمِيلِ
فَتَنْطِيطُ الْعَجَلَةَ بِالْإِخْتِكَاكِ.

مَا هِيَ عَمَلِيَّةُ نَقْلِ الْحَرَكَةِ؟

إِنَّ نِظَامَ نَقْلِ الْحَرَكَةِ بِالسَّيَّارَةِ يَنْقُلُ الْقُوَّةَ الدَّوَّارَةَ — وَالْمُسَمَّاةَ عَزْمَ الدَّوَّرَانِ — مِنْ مُحَرِّكِ السَّيَّارَةِ إِلَى عَجَلَاتِهَا . وَتَضْبُطُ ثُرُوسُ نَقْلِ الْحَرَكَةِ أَيْضًا الْقُوَّةَ لِتُسْتَحْدَمَ لِأَنْوَاعٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنَ التَّدْوِيرِ . فَالسَّيَّارَةُ الَّتِي تَصْعَدُ ثَلَاثًا شَدِيدَ الْإِنْحِدَارِ يَجِبُ أَنْ تَكُونَ ثُرُوسُهَا مَضْبُوتَةً عَلَى التَّعْشِيقَةِ الْأَبْطَأِ مِنْ تِلْكَ الَّتِي تَحْتَاجُهَا السَّيَّارَةُ الْمُتَحَرِّكَةُ عَلَى طَرِيقٍ سَرِيعٍ مُسْتَوٍ السَّطْحِ . فَتَعْشِيقَةُ الثَّرُوسِ الْبَطِيئَةِ تُعْطِي عَزْمَ تَدْوِيرٍ أَقْوَى لِكَيْ تَتَحَرَّكُ السَّيَّارَةُ ببطءٍ ، أَمَّا تَعْشِيقَةُ السَّرْعَةِ الْعَالِيَةِ فَتُعْطِي السَّيَّارَةَ سُرْعَةً أَكْبَرَ . وَتَيْمُّ كُلُّ نَقْلَةٍ إِمَّا يَدْوِيًّا أَوْ ذَاتِيًّا . وَلِتَعْشِيقِ ثُرُوسِ سَيَّارَةٍ يَدْوِيَّةِ النِّقْلِ (يسار) فَإِنَّ السَّائِقَ يَجِبُ أَنْ يَضْغَطَ أَوَّلًا عَلَى مَدَاسِ الْقَابِضِ لِيُحَرِّرَ الْمُحَرِّكَ مِنَ التَّعْشِيقِ ، ثُمَّ يُحَرِّكُ ذِرَاعَ نَقْلِ الثَّرُوسِ لِيَحْتَارَ ثَرَسًا آخَرَ وَيَرْفَعَ قَدَمَهُ مِنْ عَلَى دَوَاسَةِ الدَّوْبَرِيَّتِاجِ لِيَعْشِقَ الثَّرْسَ بِالْمُحَرِّكِ مَرَّةً أُخْرَى ، وَمِنْ ثَمَّ تَصِلُ الْقُوَّةُ لِلْعَجَلَاتِ مَرَّةً أُخْرَى . أَمَّا النِّقْلُ الذَّاتِيُّ فَيَتِمُّ بِتَقْدِيرٍ وَضَعِ مَدَاسِ الْمُسَرِّعِ بِالنِّسْبَةِ لِسُرْعَةِ السَّيَّارَةِ ثُمَّ يُعَيِّرُ الثَّرْسَ تَلْقَائِيًّا .

ثُرُوسُ الْخُرْجِ عَمُودُ الْخُرْجِ

دَوَاسَةُ الْقَابِضِ ثُرُسُ التَّدْوِيرِ الثَّرْسُ الثَّانِي الثَّرْسُ الْأَوَّلُ ثُرُوسٌ وَسِيطَةٌ

النَّقْلَةُ الْأُولَى : يَعْمَلُ الثَّرْسُ الْأَكْبَرُ مَعَ

النَّقْلَةُ الثَّانِيَّةُ : يَتَعَشَّقُ الثَّرْسُ

النَّقْلُ الْيَدْوِيُّ لِلْحَرَكَةِ

يُبَيِّنُ الْأَشْكَالُ التَّوْضِيحِيَّةُ

الْمُقَابِلَةُ كَيْفِيَّةَ قِيَامِ ثُرُوسِ نَقْلِ

الْحَرَكَةِ بِوُضُوحٍ . فَقُدْرَةُ

الْمُحَرِّكِ تَسْلُكُ فِي صَنْدُوقِ

الثَّرُوسِ مَسَارَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ

(الأسهم الحمراء) عِنْدَ اسْتِخْدَامِ

كُلِّ ثُرُسٍ ، كَمَا تُؤَثِّرُ بِقُوَّةِ التَّعَادُلِ

مُخْتَلِفَةٍ عَلَى الْعَجَلَاتِ .

الْمُحَرِّكِ إِلَى الْعَجَلَاتِ .

مُعْشَقَةٍ : لَا تَصِلُ طَاقَةٌ بِقُدْرَةٍ عَالِيَةٍ .

ثُرُوسٌ غَيْرُ الْوَسِيطِ . وَتَضْبُطُ السَّرْعَةُ بَطِيئَةً وَلَكِنْ

عَمُودُ الْخُرْجِ لِيَتَّصِلَ السَّيَّارَةُ إِلَى سُرْعَةٍ

قُصْوَى وَعَزْمٍ دَوَّارٍ ضَعِيفٍ جِدًّا .

النَّقْلَةُ الثَّالِثَةُ : يَتَعَشَّقُ الثَّرْسُ الثَّالِثُ مَعَ

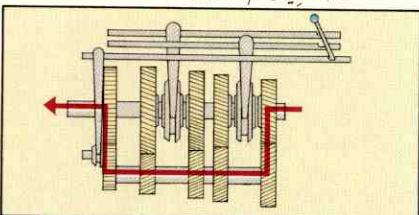
ثُرُسِ الْقَابِضِ فَتَزِيدُ سُرْعَةُ السَّيَّارَةِ وَيَقِلُّ

عَزْمُ الدَّوَّرَانِ .

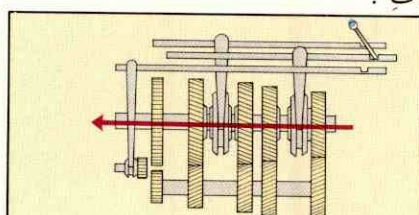
النَّقْلَةُ الرَّابِعَةُ : يَتَعَشَّقُ عَمُودُ الدَّخْلِ مَعَ

عَمُودِ الْخُرْجِ لِيَتَّصِلَ السَّيَّارَةُ إِلَى سُرْعَةٍ

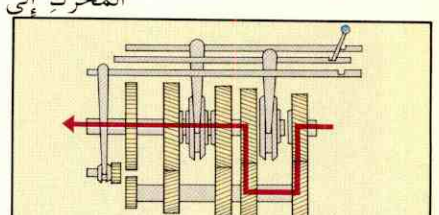
قُصْوَى وَعَزْمٍ دَوَّارٍ ضَعِيفٍ جِدًّا .



النَّقْلَةُ الْعَكْسِيَّةُ (لِلخلف) : يَعْمَلُ الثَّرْسُ الْعَكْسِيُّ عَلَى تَعْشِيقِ الْعَمُودِ الْوَسِيطِ مَعَ الثَّرُوسِ الرَّئِيسِيَّةِ لِيُيَدِّرَ عَمُودَ الْخُرْجِ فِي الْإِتِّجَاهِ الْعَكْسِيِّ .



النَّقْلَةُ الثَّالِثَةُ : يَتَعَشَّقُ الثَّرْسُ الثَّالِثُ مَعَ ثُرُسِ الْقَابِضِ فَتَزِيدُ سُرْعَةُ السَّيَّارَةِ وَيَقِلُّ عَزْمُ الدَّوَّرَانِ .

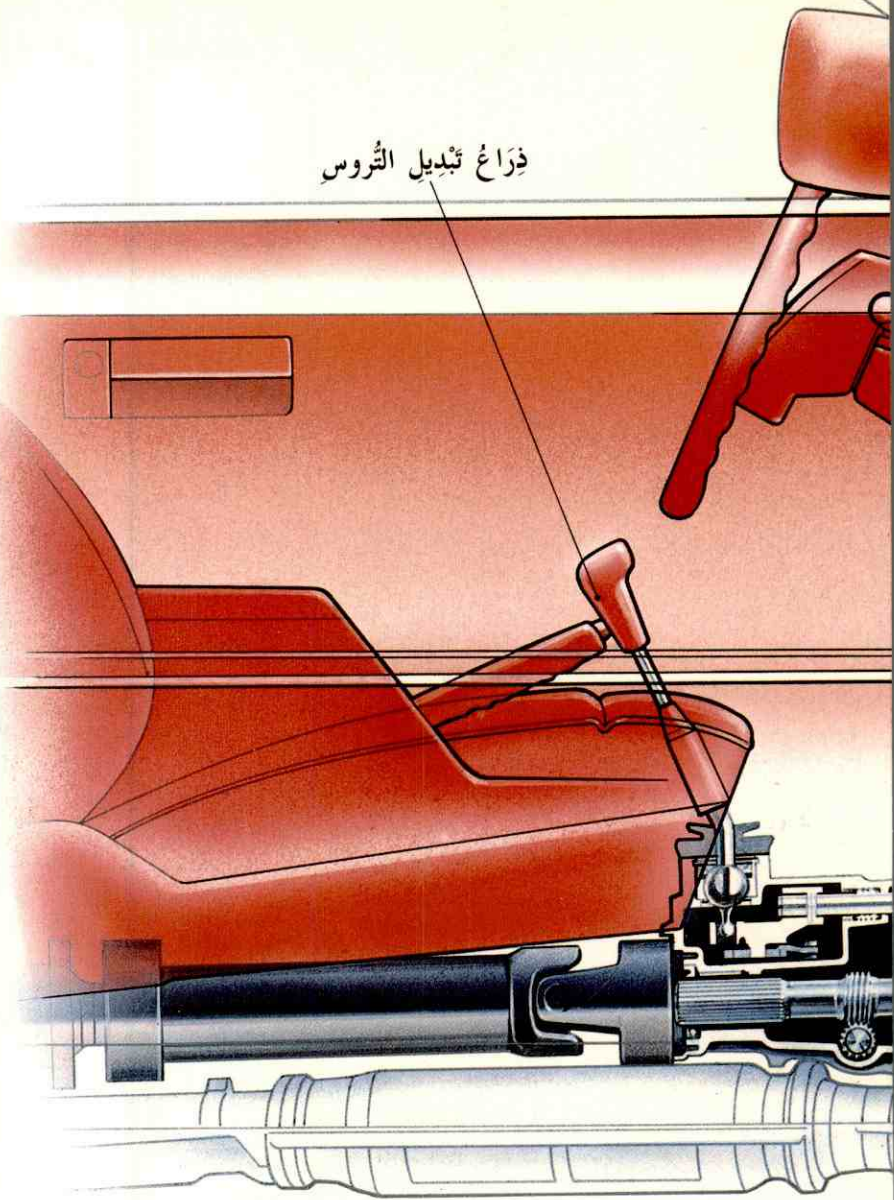
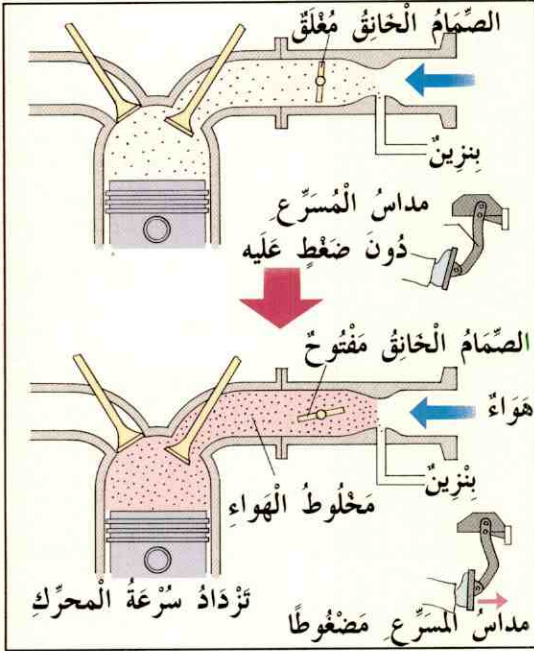


النَّقْلَةُ الرَّابِعَةُ : يَتَعَشَّقُ عَمُودُ الدَّخْلِ مَعَ عَمُودِ الْخُرْجِ لِيَتَّصِلَ السَّيَّارَةُ إِلَى سُرْعَةٍ قُصْوَى وَعَزْمٍ دَوَّارٍ ضَعِيفٍ جِدًّا .

كَيْفَ يَعْمَلُ مُعْجَلُ سُرْعَةِ الْمُحَرِّكِ ؟

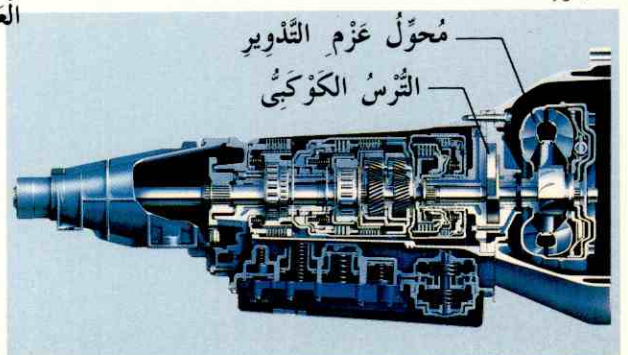
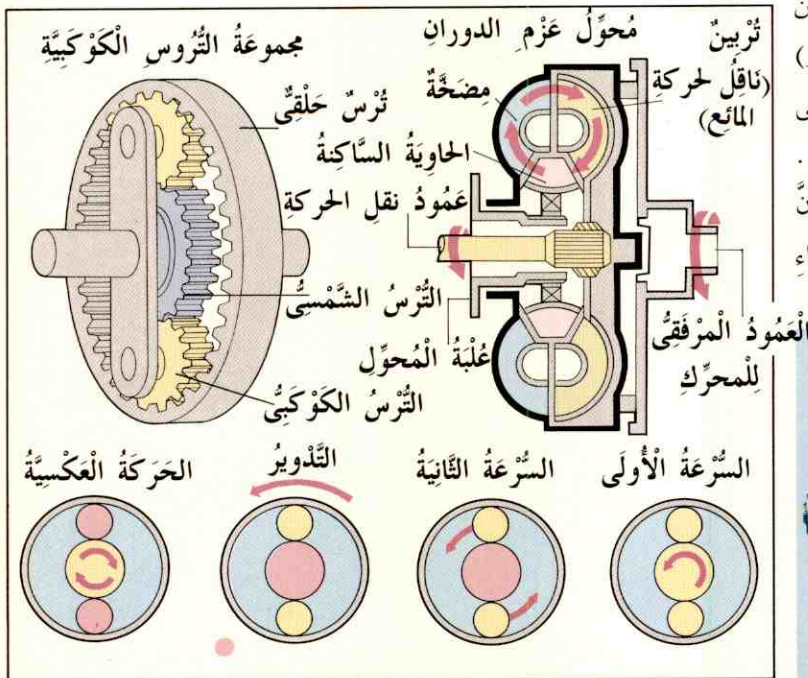
تُقاسُ عَدَدُ دَوَرَاتِ الْمُحَرِّكِ فِي الدَّقِيقَةِ بِكَمِّيَّةِ الْوُقُودِ الَّتِي تَمُرُّ مِنَ الْكَرْبُونِ (المغذى) إِلَى الْأَسْطُوْنَاتِ . وَيُنْظَمُ مَدَاسُ الْمُسْرَعِ الْمَوْجُودُ بِأَرْضِيَّةِ السَّيَّارَةِ أَمَامَ السَّائِقِ — حَرَكَه صِمَامَ خَنْقِ الْكَرْبُونِ الَّتِي يُنْظَمُ بِدَوْرِهِ تَدْفُقُ هَذَا الْوُقُودِ . فَعِنْدَمَا يَضْغُطُ السَّائِقُ بِقَدَمِهِ عَلَى مَدَاسِ الْمُسْرَعِ يَنْفَتِحُ الصِّمَامُ الْخَانِقُ وَيَزْدَادُ تَدْفُقُ الْوُقُودِ . وَعِنْدَمَا يُقَلِّلُ السَّائِقُ مِنْ ضَغْطِ قَدَمِهِ عَلَى مَدَاسِ الْمُسْرَعِ ، يُقْفَلُ الصِّمَامُ الْخَانِقُ وَيَقِلُّ تَدْفُقُ الْوُقُودِ ، فَيَقِلُّ كُلُّ مِنْ عَدَدِ دَوَرَاتِ الْمُحَرِّكِ فِي الدَّقِيقَةِ وَسُرْعَةِ السَّيَّارَةِ .

ذِرَاعُ تَبْدِيلِ التَّرُوسِ

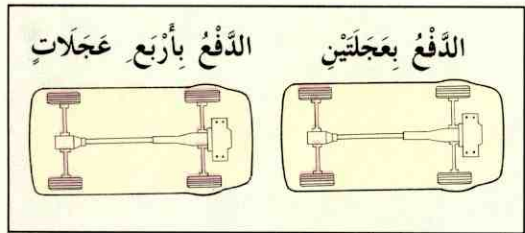


نَقْلُ الْحَرَكَةِ التَّلْقَائِيَّةِ

إِنْ جِهَازَ نَقْلِ الْحَرَكَةِ ذَاتِيًّا غَيْرَ مُزَوَّدٍ بِمَدَاسِ الْقَابِضِ ، وَلَكِنْ يَعْمَلُ مُحَوِّلُ عَزْمِ الدَّوَرَانِ وَتَعْشِيقَةُ التَّرُوسِ الْكُوكِبِيَّةِ (يسار) عَلَى فَصْلِ تَعْشِيقَةِ الْمُحَرِّكِ مِنْ عَمُودِ التَّدْوِيرِ عِنْدَ الْحَاجَةِ إِلَى إِجْرَاءِ نَقْلَةٍ بِالتَّرُوسِ ، ثُمَّ إِعَادَةِ تَعْشِيقِهَا مَعًا بَعْدَ إِنْجَامِ النَّقْلَةِ . وَبِمَجَرَّدِ أَنْ يَبْدَأَ السَّائِقُ الْقِيَادَةَ وَيَضْبُطُ ذِرَاعَ تَغْيِيرِ التَّرُوسِ فَإِنَّ نِظَامَ نَقْلِ الْحَرَكَةِ يَخْتَارُ — تَلْقَائِيًّا — التَّرْسَ الْمُنَاسِبَ لِأَدَاءِ السَّيَّارَةِ .

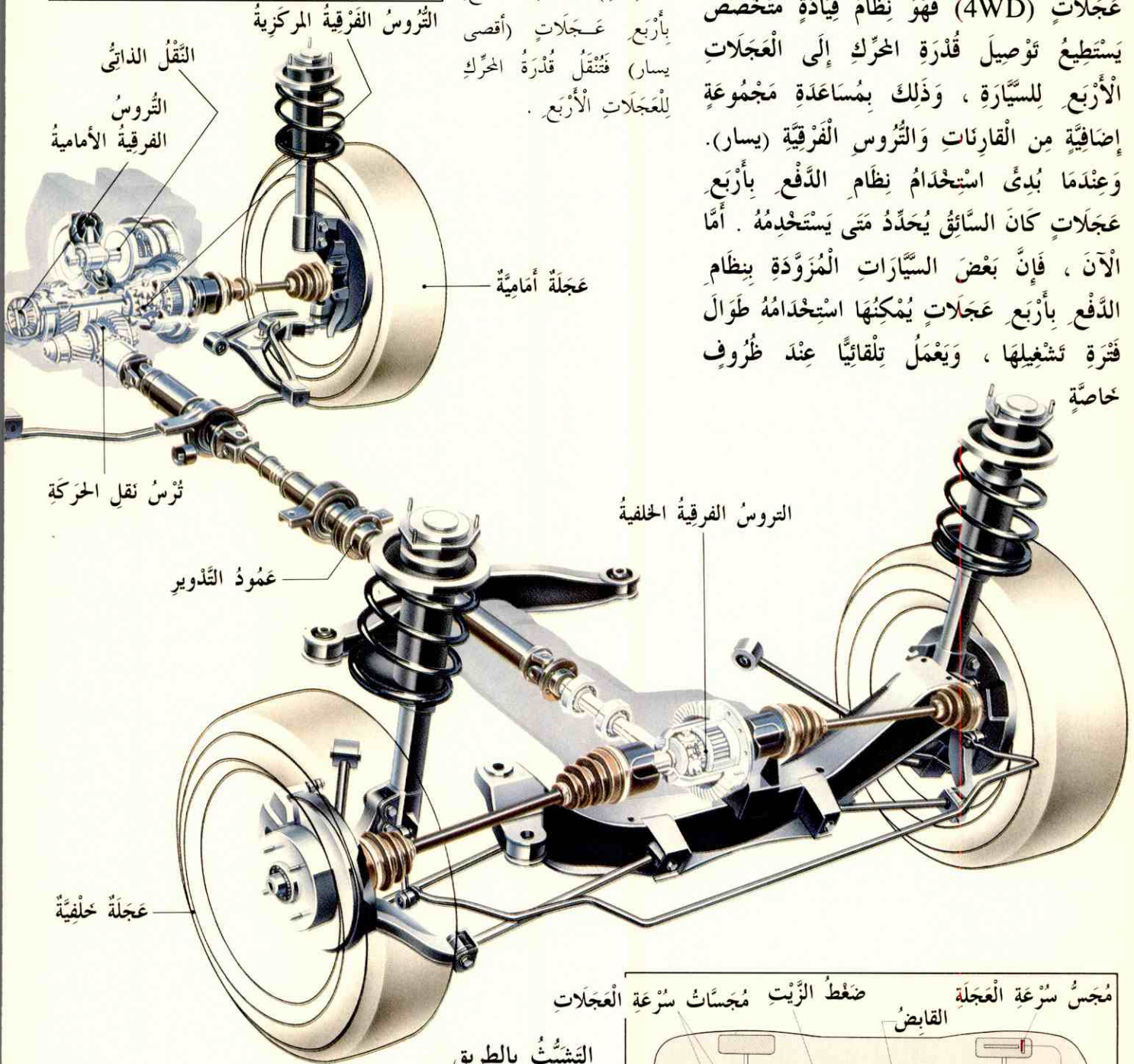


مَا هُوَ الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ؟

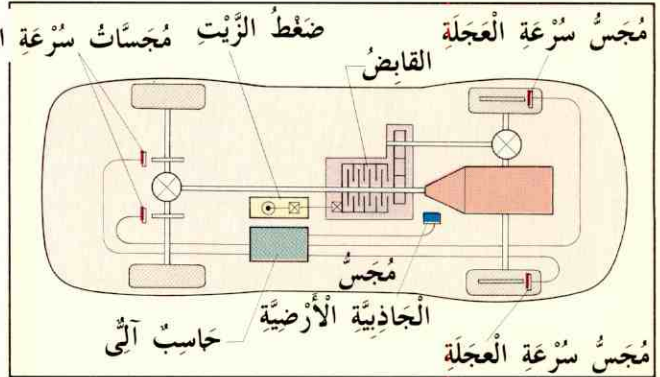


فِي نِظَامِ الدَّفْعِ بِعَجَلَتَيْنِ (يسار) تُنْقَلُ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكِ (اللون الوردي) إِلَى عَجَلَتَيْنِ فَقَطْ (هُنَا الْعَجَلَتَانِ الْخَلْفِيَّانِ). أَمَّا عِنْدَ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ (أقصى يسار) فَتُنْقَلُ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكِ لِلْعَجَلَاتِ الْأَرْبَعِ.

تَعْتَمِدُ بَنِيَّةُ مُعْظَمِ السَّيَّارَاتِ عَلَى الدَّفْعِ بِعَجَلَتَيْنِ (2WD) حَيْثُ تُصَلُّ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكِ إِلَى زَوْجٍ وَاحِدٍ فَقَطْ مِنَ الْعَجَلَاتِ، إِمَّا الْعَجَلَتَيْنِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ أَوْ الْخَلْفِيَّتَيْنِ. أَمَّا الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ (4WD) فَهُوَ نِظَامٌ قِيَادَةٍ مُتَخَصِّصٌ يَسْتَطِيعُ تَوْصِيلَ قُدْرَةِ الْمُحَرِّكِ إِلَى الْعَجَلَاتِ الْأَرْبَعِ لِلْسَّيَّارَةِ، وَذَلِكَ بِمُسَاعَدَةِ مَجْمُوعَةٍ إِضَافِيَّةٍ مِنَ الْقَارِنَاتِ وَالتُّرُوسِ الْفَرَقِيَّةِ (يسار). وَعِنْدَمَا بُدِئَ اسْتِخْدَامُ نِظَامِ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ كَانَ السَّائِقُ يُحَدِّدُ مَتَى يَسْتَخْدِمُهُ. أَمَّا الْآنَ، فَإِنَّ بَعْضَ السَّيَّارَاتِ الْمُرَوَّذَةِ بِنِظَامِ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ يُمَكِّنُهَا اسْتِخْدَامُهُ طَوَالَ فِتْرَةٍ تَشْغِيلِهَا، وَيَعْمَلُ تَلْقَائِيًّا عِنْدَ ظُرُوفٍ خَاصَّةٍ

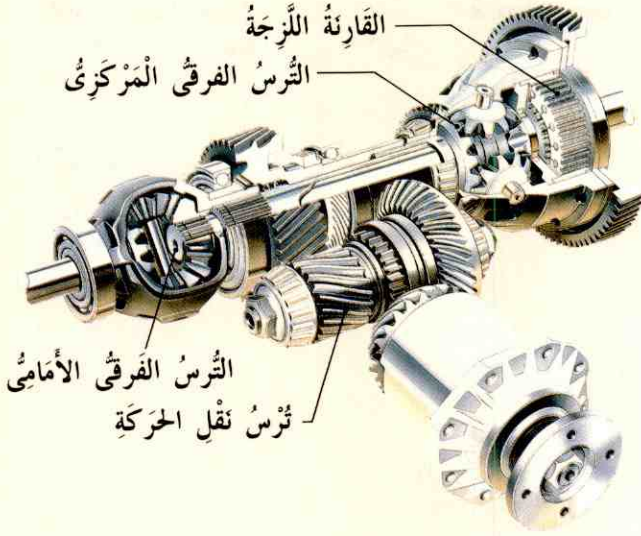


التشبيث بالطريق
الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ يُسَاعِدُ السَّيَّارَةَ عَلَى السَّيْرِ بِأَمَانٍ عَلَى الْأَسْطُحِ الزَّلَقَةِ أَوْ غَيْرِ الْمُسْتَوِيَةِ. وَذَلِكَ لِأَنَّ الْمُحَسَّاتِ تُرَاقِبُ سُرْعَةَ كُلِّ عَجَلَةٍ مِنَ الْعَجَلَاتِ الْأَرْبَعِ. وَإِذَا بَدَأَتْ أَى عَجَلَةٍ فِي التَّدْوِيمِ، فَإِنَّ الْحَاسِبَ يَسْحَبُ الْقُدْرَةَ عَنِ الْمُحَسِّ الْخَاصِّ بِهَا، وَيُعِيدُ تَوْزِيعَ الْقُدْرَةِ عَلَى بَاقِي الْعَجَلَاتِ لِيُوفَرَ تَلَامُسًا أَفْضَلَ عَلَى الْأَرْضِ.

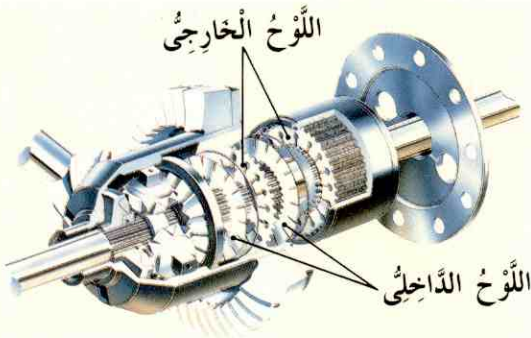
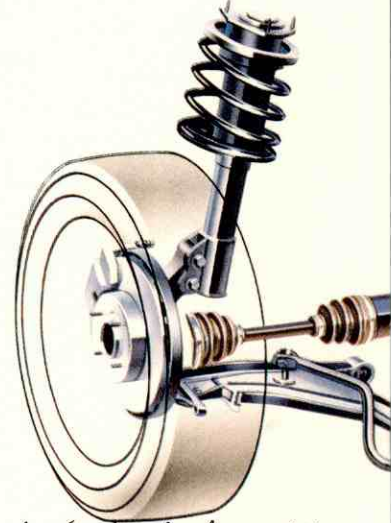


أَرْبَعُ عَجَلَاتٍ بِأَرْبَعِ سُرْعَاتٍ

يَتَحَكَّمُ التَّرْسُ الْفَرْقِيُّ الْمُرَكَّبُ فِي سُرْعَةِ الدَّوَرَانِ الْفَرْدِيَّةِ لِلْعَجَلَاتِ الْأَرْبَعِ . وَفِي الْوَقْعِ ، فَإِنَّهُ يَسْمَحُ لِكُلِّ عَجَلَةٍ بِالدَّوَرَانِ بِسُرْعَةٍ مُخْتَلِفَةٍ إِذَا لَزِمَ الْأَمْرُ ، وَذَلِكَ كَمَا فِي حَالَةِ سَيْرِ السَّيَّارَةِ فِي الْمُنْعَطَفَاتِ . فَنِظَامُ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ نِظَامٌ يَلْقَائِي بِالْكَامِلِ بِفَضْلِ تَرَسٍ مُرَكَّبٍ آخَرَ يُسَمَّى الْقَارِنَةُ اللَّزْجَةُ .

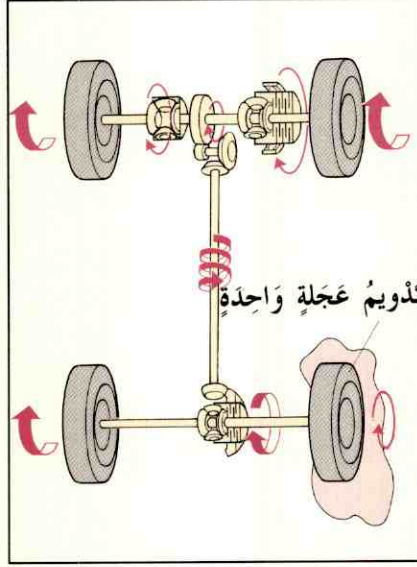
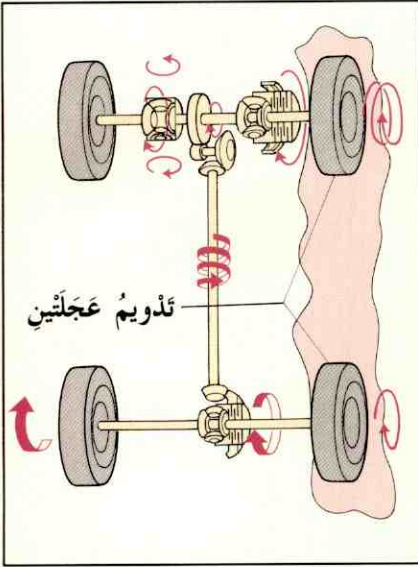


نَظَرَةٌ عَلَى الْقَارِنَةِ اللَّزْجَةِ مِنَ الدَّخِيلِ يَبْلُغُ طُولُ الْقَارِنَةِ اللَّزْجَةِ حَوَالَى ٤ بُوصَاتٍ ، وَبِدَاخِلِهَا لَوْحٌ فَرْصِي الشَّكْلِ وَيَمْلُؤُهَا سَائِلٌ «سِيلِكُونِي» غَلِيظُ الْقَوَامِ . وَتَصِلُ قُدْرَةُ الْمَحْرَكِ إِلَى أَعْمَدَةِ التَّدْوِيرِ الدَّاخِلِيَّةِ ثُمَّ تَنْتَقِلُ إِلَى الْعَجَلَاتِ الْخَلْفِيَّةِ بِوَسِطَةِ الْأَلْوَحِ الْخَارِجِيَّةِ الْمُوصَلَةِ بِعَمُودِ التَّدْوِيرِ .



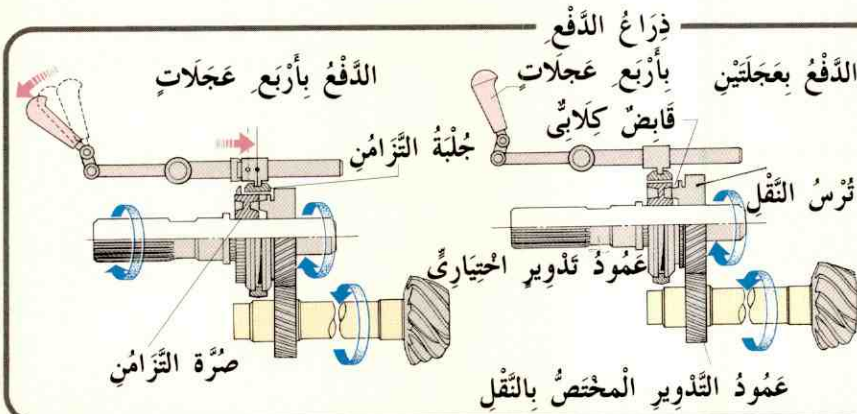
كَيْفَ تَعْمَلُ الْقَارِنَةُ اللَّزْجَةُ ؟

فِي حَالَةِ عَدَمِ انْزِلَاقِ الْعَجَلَاتِ ، فَإِنَّ اللَّوْحَيْنِ الدَّاخِلِيَّ وَالْخَارِجِيَّ يَدُورَانِ بِنَفْسِ السَّرْعَةِ . أَمَّا فِي حَالَةِ تَدْوِيرِ أَى عَجَلَةٍ ، فَإِنَّ سُرْعَةَ اللَّوْحِ الْمَتَزَايِدَةَ تُنَشِّطُ الْقَارِنَةَ اللَّزْجَةَ الَّتِي يَغْمُرُ سَائِلُهَا اللَّزْجُ الْغَلِيظُ الْقَوَامِ . الْأَلْوَحُ بِهَدَفٍ إِبْطَاءِ سُرْعَةِ دَوَرَانِ الْعَجَلَةِ ، فَيَتَوَقَّفُ انْزِلَاقُ الْعَجَلَةِ ، وَسَرْعَانِ مَا تَسْتَرْجِعُ السَّيَّارَةُ سَيْرَهَا الْمُنْتَظِمَ . وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ ، فَإِنَّ اللَّوْحَ الدَّاخِلِيَّ سَرِيعَ الدَّوَرَانِ يَجْذِبُ اللَّوْحَ الْخَارِجِيَّ بِطِيءِ الدَّوَرَانِ فَتَزِيدُ سُرْعَةُ الْحَرَكِ . وَهَكَذَا تَتَجَنَّبُ السَّيَّارَةُ التَّرْحُلُقَ عَلَى الطَّرِيقِ دُونَ إِبْطَاءِ سُرْعَتِهَا أَوْ قُدْرَةِ تَدْوِيرِهَا .



كَيْفَ يَكُونُ الدَّفْعُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ اخْتِيَارِيًّا ؟

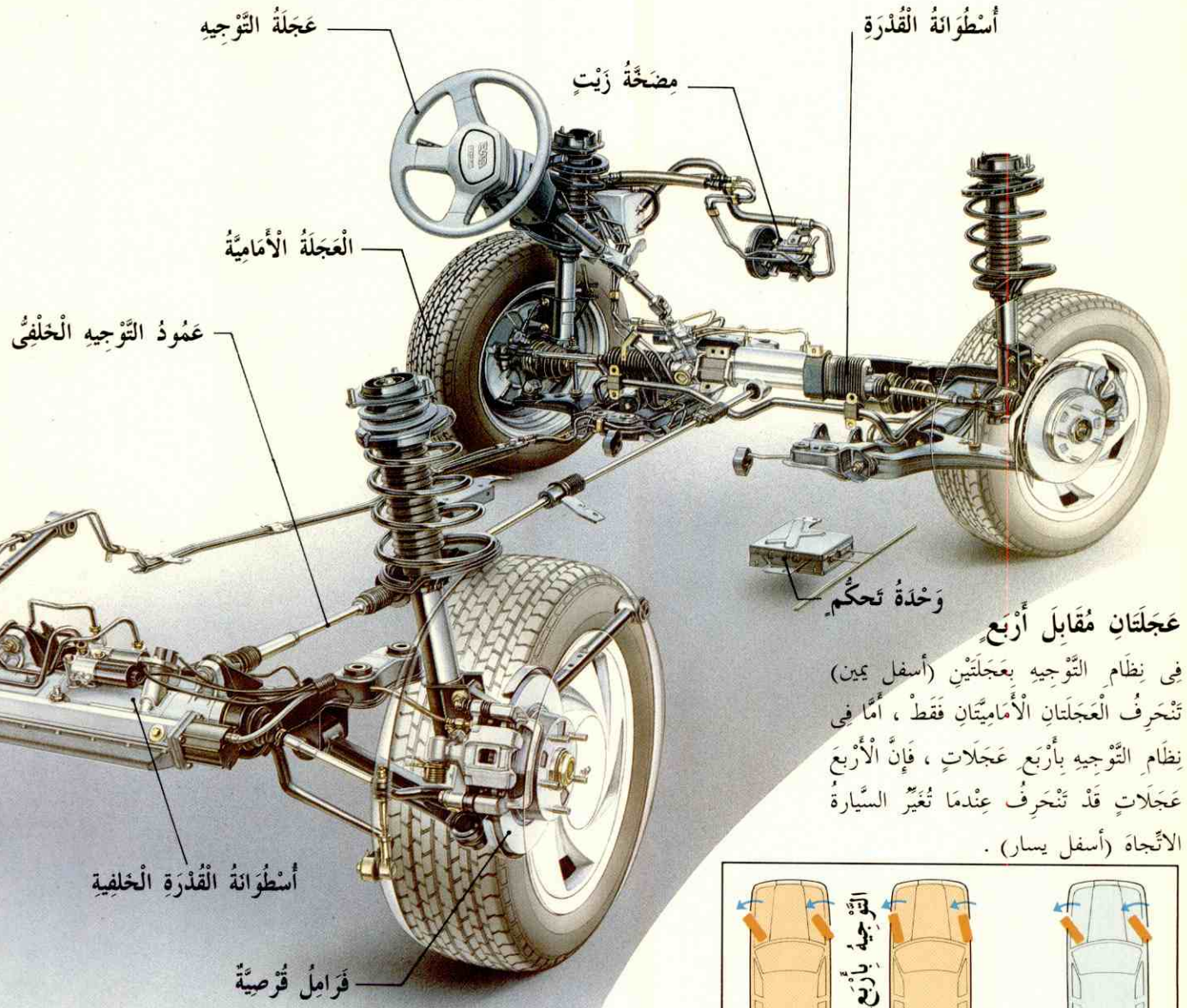
فِي الْمَرَكَبَاتِ الْمُزَوَّدَةِ بِنِظَامٍ اخْتِيَارِيٍّ لِلدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ، يَسْتَعْمِلُ السَّائِقُ قَابِضًا خَاصًّا (الْمَقْبِضُ الْوَرْدِي) لِيَخْتَارَ بَيْنَ الدَّفْعِ بِعَجَلَتَيْنِ أَوْ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ . فَعِنْدَمَا تَسِيرُ السَّيَّارَةُ بِدَفْعِ عَجَلَتَيْنِ (يَسَار) يَنْفَصِلُ تَرَسُ الثَّقَلِ عَنِ الْقَابِضِ الْكِلَابِيِّ بِحَيْثُ تَصِلُ الْقُدْرَةُ إِلَى الْعَجَلَتَيْنِ الْخَلْفِيَّتَيْنِ وَتَنْتَقِلُ الْقُدْرَةُ إِلَى الْعَجَلَاتِ الْأَمَامِيَّةِ أَيْضًا بِوَسِطَةِ عَمُودِ تَدْوِيرٍ ثَانٍ .



مَا هُوَ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ؟

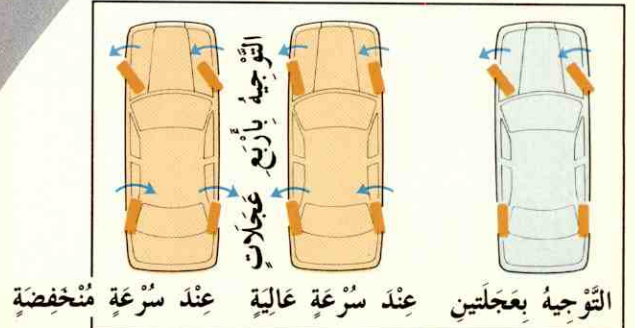
بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ يَحْرُفُ الْعَجَلَاتِ الْخَلْفِيَّةُ فِي عَكْسِ اتِّجَاهِ
الْجَرَفِ الْعَجَلَاتِ الْأَمَامِيَّةِ (أَعْلَى مُقَابِلِ)، وَبِذَلِكَ تَتِمَكَّنُ
السَّيَّارَةُ مِنْ اجْتِيَاكِ الْمُنْعَطَفَاتِ بِزَاوِيَةٍ أَضْيَقِ مِنْ ذِي قَبْلِ .
وَهَذَا يُسَاعِدُ السَّيَّارَةَ عَلَى سُهولةِ الْحَرَكَةِ وَالْوُقُوفِ فِي
أَمَاكِنِ الْإِنْتِظَارِ دَاخِلَ الْمُدُنِ . وَقَدْ أُثْبِتَتْ مُعْظَمُ احْتِيَاجَاتِ
الطَّرِيقِ لِأَنْظِمَةِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ أَنَّهَا تَجْعَلُ الْقِيَادَةَ
أَكْثَرَ أَمَانًا . وَلَمْ يُصَبِّحْ هَذَا النِّظَامُ شَائِعًا بَعْدُ ، لِأَنَّ مُعْظَمَ
السَّائِقِينَ يَرَوْنَ أَنَّ تَكْلِفَتَهُ تَفُوقُ مَزَايَاهُ .

عِنْدَ تَوْجِيهِ السَّيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ فِي الْمُنْعَطَفَاتِ ، يُلْفُ السَّائِقُ
عَجَلَةَ التَّوْجِيهِ لِتُغَيَّرَ اتِّجَاهُ الْعَجَلَتَيْنِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ بَيْنَمَا تَظَلُّ
الْعَجَلَتَانِ الْخَلْفِيَّتَانِ مُسْتَقِيمَتَيْنِ إِلَى اتِّجَاهِ اللَّامَامِ . وَيُعْرَفُ
هَذَا نِظَامُ التَّوْجِيهِ بِعَجَلَتَيْنِ (2WS) . وَقَدْ بَدَأَتْ بَعْضُ
الْمَصَانِعِ إِتْجَاعَ سَيَّارَاتٍ تَوْجَهُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ (4WS) .
وَرَعْمَ تَنُوعِ أَنْظِمَةِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ، فَفِي
مُعْظَمِهَا تَنْحَرِفُ الْعَجَلَاتُ الْخَلْفِيَّةُ فِي نَفْسِ اتِّجَاهِ
الْجَرَفِ الْعَجَلَاتِ الْأَمَامِيَّةِ أَثْنَاءَ اجْتِيَاكِ الْمُنْعَطَفَاتِ
بِسُرْعَةٍ . أَمَّا عِنْدَ السَّرْعَاتِ الْبَطِيئَةِ ، فَإِنَّ نِظَامَ التَّوْجِيهِ



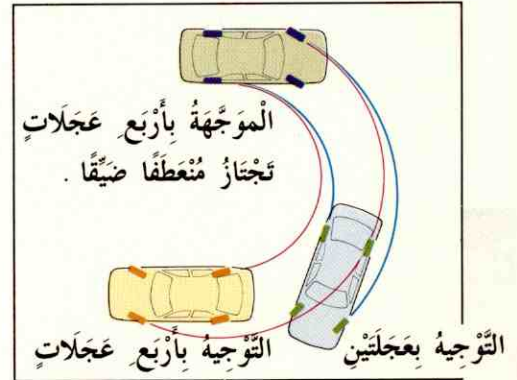
عَجَلَتَانِ مُقَابِلِ أَرْبَعِ

فِي نِظَامِ التَّوْجِيهِ بِعَجَلَتَيْنِ (أَسْفَلَ يَمِينِ)
تَنْحَرِفُ الْعَجَلَتَانِ الْأَمَامِيَّتَانِ فَقَطْ ، أَمَّا فِي
نِظَامِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ، فَإِنَّ الْأَرْبَعِ
عَجَلَاتِ قَدْ تَنْحَرِفُ عِنْدَمَا تُغَيَّرُ السَّيَّارَةُ
الْإِتِّجَاهَ (أَسْفَلَ يَسَارِ) .



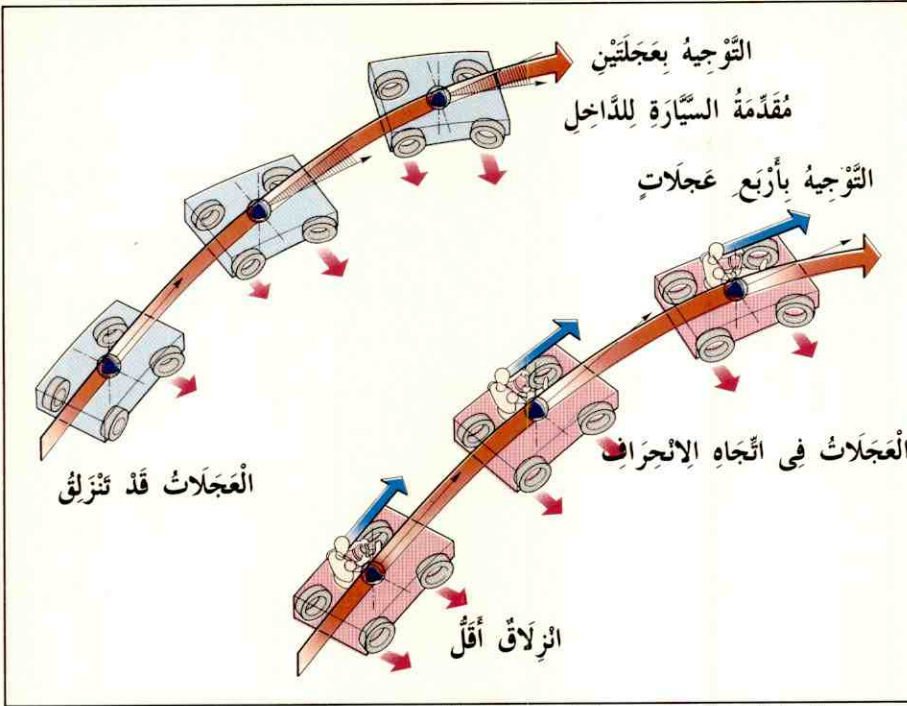
كَيْفَ تُنَحَرَفُ الْعَجَلَاتُ فِي نِظَامِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ؟

انْطَلَقَتْ سَيَّارَتَانِ مِنْ نَفْسِ الْمَكَانِ (الأخضر أسفل)، إِحْدَاهُمَا ذَاتُ تَوْجِيهِ بِعَجَلَتَيْنِ (الزرقاء) وَالْأُخْرَى ذَاتُ تَوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ (الصفراء). وَتُنَحَرَفُ كُلُّ مِنْهُمَا بِطَرِيقٍ عِنْدَ اجْتِيَاذِهِمَا مُنْعَطَفًا ضَيِّقًا ، وَلَكِنَّ انْحِرَافَ الْعَجَلَاتِ الْخَلْفِيَّةِ لِلْسَيَّارَةِ الثَّانِيَةِ (4WS)



الْمَوْجَّهَةُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ
تُجْتَازُ مُنْعَطَفًا ضَيِّقًا .

التَّوْجِيهِ بِعَجَلَتَيْنِ



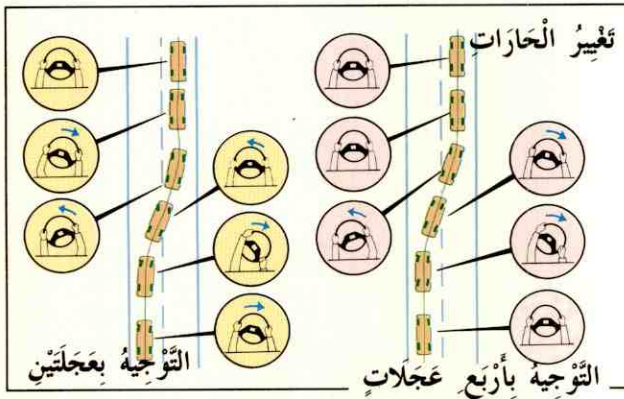
العَجَلَاتُ قَدْ تَنْزَلُّ

الزَّلَاقُ أَقْلُ

يُمْكِنُهَا مِنْ اجْتِيَاذِ الْمُنْعَطِفِ بِزَاوِيَةِ أَضْيَقِ أَى فِي دَائِرَةِ نِصْفِ قُطْرِهَا أَصْغَرُ مِمَّا تَفْعَلُ السَّيَّارَةُ الْآخَرَى (2WS). كَمَا أَنَّهُ عِنْدَ اجْتِيَاذِ الْمُنْعَطَفَاتِ الْوَاسِعَةِ (يسار)، فَإِنَّ انْحِرَافَ الْعَجَلَاتِ الْأَرْبَعِ لِلْسَيَّارَةِ الثَّانِيَةِ يُمْكِنُهَا مِنْ اجْتِيَاذِ الْمُنْعَطِفِ أَفْضَلَ مِنَ السَّيَّارَةِ الْأُولَى أَيْضًا .

تَغْيِيرُ الْحَارَاتِ (المسارات)

تَنْزِعُ السَّيَّارَاتُ الْمَوْجَّهَةُ بِعَجَلَتَيْنِ (الصفراء) إِلَى أَرْجَحَةٍ مُؤَخَّرَتِهَا عِنْدَمَا تُغَيِّرُ حَارَتَهَا عَلَى الطَّرِيقِ السَّرِيعِ لِأَنَّ عَجَلَاتِهَا الْخَلْفِيَّةَ تَكُونُ مُتَّجِهَةً لِلْأَمَامِ وَلَا تُنَحَرَفُ . وَلِيُصَحِّحَ السَّائِقُ هَذِهِ الْحَرَكَةَ ، يَجِبُ عَلَيْهِ أَنْ يَلْفَ عَجَلَةَ التَّوْجِيهِ مَرَّتَيْنِ قَبْلَ تَغْيِيرِ الْحَارَةِ وَمَرَّتَيْنِ بَعْدَهَا . أَمَّا السَّيَّارَةُ الْمَوْجَّهَةُ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ ، فَإِنَّهَا لَا تُورِجُ مُؤَخَّرَتَهَا .



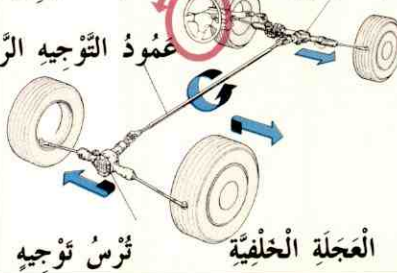
زَاوِيَةُ عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ



عَجَلَةَ التَّوْجِيهِ تُرَاقِبُ الْمَجَسَّاتُ فِي أَنْظِمَةِ التَّوْجِيهِ وَنِظَامِ التَّوْجِيهِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ مَدَى انْحِرَافِ عَجَلَةِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ التَّوْجِيهِ ، وَبِالتَّالِي مَدَى انْحِرَافِ الْعَجَلَتَيْنِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ (الخط الأحمر يسار) لِاجْتِيَاذِ كُلِّ مُنْعَطَفٍ .

وَعِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ عَجَلَةُ التَّوْجِيهِ حَرَكَةً طَافِيَةً ، فَإِنَّ الْعَجَلَتَيْنِ الْخَلْفِيَّتَيْنِ (الخط الأزرق) إِذَا أَنْ تَظَلَّ مُتَّجِهَتَيْنِ لِلْأَمَامِ أَوْ تُنَحَرَفَا فِي نَفْسِ اتِّجَاهِ انْحِرَافِ أَمَّا عِنْدَ اجْتِيَاذِ

ثُرْسُ تَوْجِيهِ الْعَجَلَةِ الْأَمَامِيَّةِ عَجَلَةَ التَّوْجِيهِ



عَجَلَةَ خَلْفِيَّةٍ

الْعَجَلَاتِ الْأَمَامِيَّةِ .

الْمُنْعَطِفَاتِ الضَّيِّقَةِ — وَعِنْدَمَا تَدُورُ عَجَلَةُ التَّوْجِيهِ أَكْثَرَ مِنْ دَوْرَةٍ كَامِلَةٍ (أقصى يسار) ، فَإِنَّ الْعَجَلَتَيْنِ الْخَلْفِيَّتَيْنِ تُنَحَرَفَانِ عَكْسَ اتِّجَاهِ انْحِرَافِ الْعَجَلَتَيْنِ الْأَمَامِيَّتَيْنِ (أسفل) .

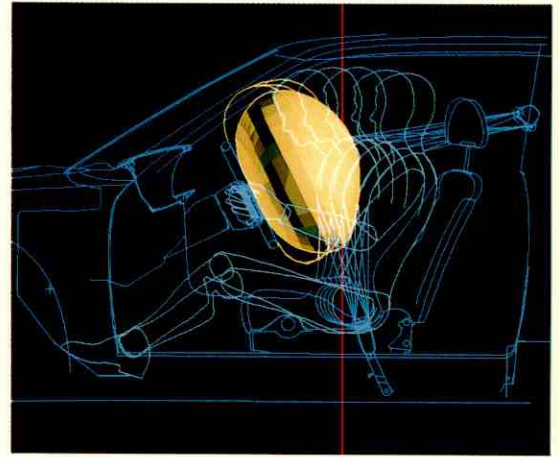
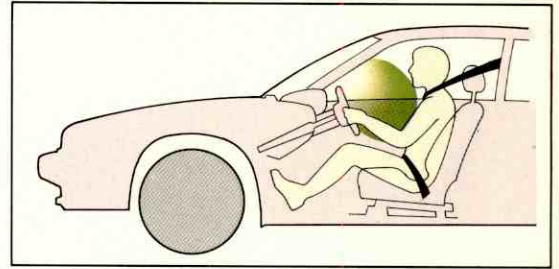
كَيْفَ تَعْمَلُ الْوَسَادَةُ الْهَوَائِيَّةُ فِي السَّيَّارَةِ؟

عِنْدَمَا تَصْطَدِّمُ مُقَدِّمَةُ سَيَّارَةٍ بِجِسْمٍ مَا ، يَنْدَفِعُ السَّائِقُ وَالرُّكَّابُ إِلَى الْأَمَامِ ، وَقَدْ يُصَابُونَ بِإِصَابَاتٍ جَسِيمَةٍ نَتِيجَةَ اصْطِدَامِهِمْ بِعَجَلَةِ التَّوْجِيهِ أَوْ لَوْحَةِ أَجْهَزَةِ الْقِيَاسِ أَوْ الزَّجَاجِ الْأَمَامِيِّ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ الْوَسَادَةَ الْهَوَائِيَّةَ تُحْمِي النَّاسَ عِنْدَ الصَّدَمَاتِ بِخُرُوجِهَا مِنْ دَاخِلِ عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ أَوْ لَوْحَةِ أَجْهَزَةِ الْقِيَاسِ ثُمَّ انْتِفَاحِهَا فَوْرًا بَعْدَ النِّتْرُوجِينَ .

وَيَتَكَوَّنُ نِظَامُ وَسَائِدِ الْهَوَاءِ مِنَ الْوَسَادَةِ وَمُجَسَّاتِ الْأَكْتِافِ .

عِنْدَمَا تَصْطَدِّمُ مُقَدِّمَةُ سَيَّارَةٍ بِجِسْمٍ مَا ، يَنْدَفِعُ السَّائِقُ وَالرُّكَّابُ إِلَى الْأَمَامِ ، وَقَدْ يُصَابُونَ بِإِصَابَاتٍ جَسِيمَةٍ نَتِيجَةَ اصْطِدَامِهِمْ بِعَجَلَةِ التَّوْجِيهِ أَوْ لَوْحَةِ أَجْهَزَةِ الْقِيَاسِ أَوْ الزَّجَاجِ الْأَمَامِيِّ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ الْوَسَادَةَ الْهَوَائِيَّةَ تُحْمِي النَّاسَ عِنْدَ الصَّدَمَاتِ بِخُرُوجِهَا مِنْ دَاخِلِ عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ أَوْ لَوْحَةِ أَجْهَزَةِ الْقِيَاسِ ثُمَّ انْتِفَاحِهَا فَوْرًا بَعْدَ النِّتْرُوجِينَ .

وَيَتَكَوَّنُ نِظَامُ وَسَائِدِ الْهَوَاءِ مِنَ الْوَسَادَةِ وَمُجَسَّاتِ الْأَكْتِافِ .



الْوَسَادَةُ الْفَوْرِيَّةُ : عِنْدَ حُدُوثِ تَصَادُمٍ بِمُقَدِّمَةِ السَّيَّارَةِ تُنْبِئُهُ الْمُجَسَّاتُ مَنَفَاحَ غَازِ النِّتْرُوجِينَ . وَبِانْتِفَاحِ الْكِيسِ يَخْرُجُ مِنْ مَكْمَلِهِ دَاخِلَ عَجَلَةِ التَّوْجِيهِ مُتَحَوِّلًا إِلَى وَسَادَةٍ فِي نَفْسِ اللَّحْظَةِ الَّتِي يَرْتَمِي فِيهَا السَّائِقُ إِلَى الْأَمَامِ .

مُجَسَّاتُ السَّرْعَةِ

اصْطِدَامٌ تَجْرِييٌّ عِنْدَ سُرْعَةٍ ١٠ أَمْيَالٍ / سَاعَةٍ



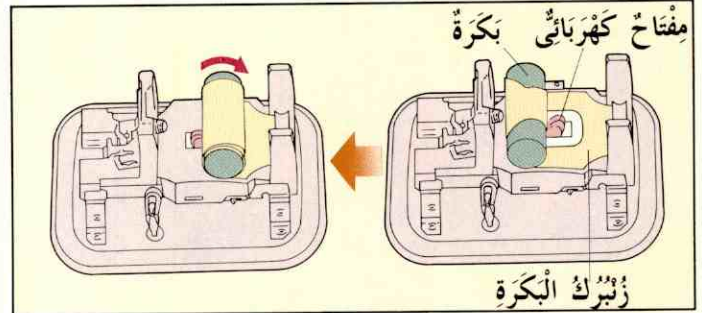
بَعْدَ ارْتِطَافِ جَسَدِ السَّائِقِ بِالْوَسَادَةِ ، تُفْرَغُ الْوَسَادَةُ مُحتَوِيَّاتِهَا مِنْ غَازِ النِّتْرُوجِينَ — مِنْ خِلَالِ ثَقْبَيْنِ بِالْخَلْفِ — فَتُخَفَّفُ أَثَرُ الصَّدَمَةِ .

يَمْتَصُّ كَيْسُ الْهَوَاءِ الْمُنْتَفِخُ بِالْكَامِلِ الصَّدَمَةَ الْأُولَى النَّاتِجَةَ عَنْ انْدِفَاعِ السَّائِقِ لِلْأَمَامِ .

فِي لَحْظَةِ وَقُوعِ التَّصَادُمِ تُرْسِلُ الْمُجَسَّاتُ إِشَارَاتٍ لِمُوَلِّدِ حَرَارِيٍّ ، فَيَشْعِلُ كِيمَاوِيَّاتٍ لِإِنْتِاجِ غَازِ النِّتْرُوجِينَ الَّذِي يَمَلَأُ كَيْسَ الْهَوَاءِ بِسُرْعَةٍ .

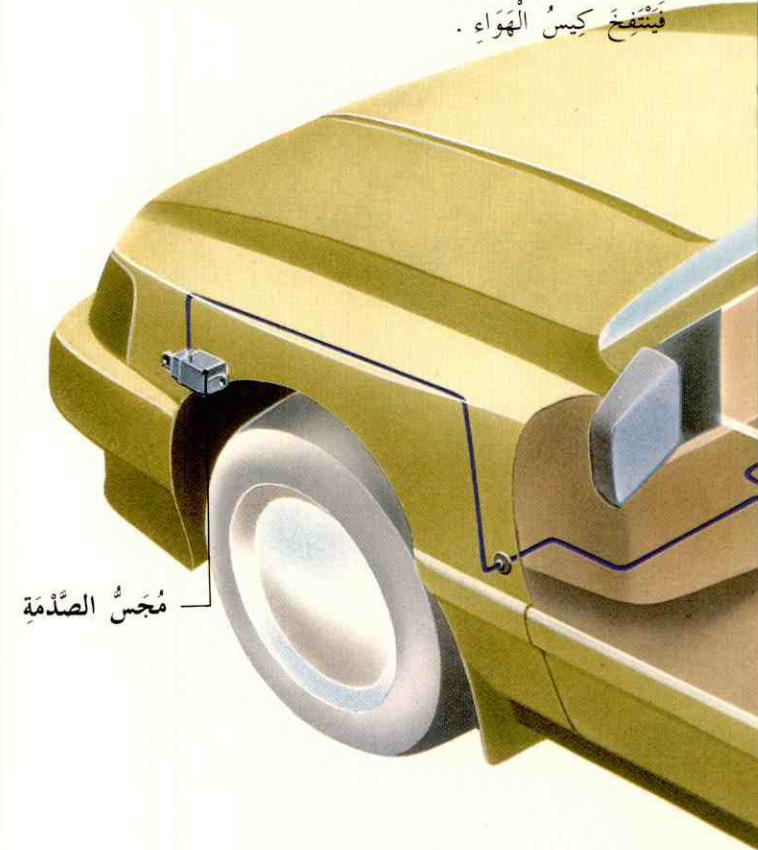
الإحساسُ بِتَوَقُّفِ مُفَاتِحِ

تُسَجِّبُ الْمَجَسَّاتُ الثَّلَاثَةُ خِلَالَ ٠,٠١ ثَانِيَةٍ عِنْدَ تَوَقُّفِ السَّيَّارَةِ وَهِيَ مُتَحَرِّكَةٌ لِلْأَمَامِ بِسُرْعَةٍ تَزِيدُ عَلَى ١٠ أَمْيَالٍ / سَاعَةٍ . وَيَزُوْدُ كُلُّ مُجَسٍّ (أَسْفَلَ يَمِينٍ) بِبَكْرَةٍ تَتَدَخَّرُ عَلَى مِفْتَاحٍ كَهْرَبِيِّ . وَعِنْدَ التَّصَادُمِ (أَسْفَلَ يَسَارٍ) تَتَدَخَّرُ الْبَكْرَةُ



زُبُرُكُ الْبَكْرَةِ

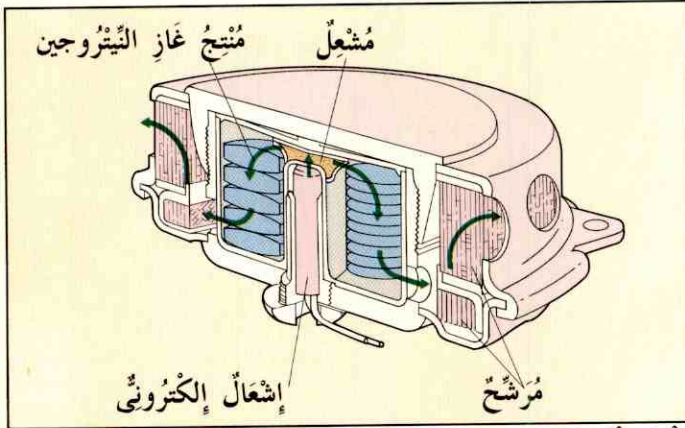
يَفْعَلُ كَمِّيَّةَ الْحَرَكَةِ إِلَى الْأَمَامِ لِتَضَعُطَ عَلَى الْمِفْتَاحِ الْكَهْرَبَائِيِّ فَيَنْفَخَ كَيْسُ الْهَوَاءِ .



مُجَسُّ الصَّدْمَةِ

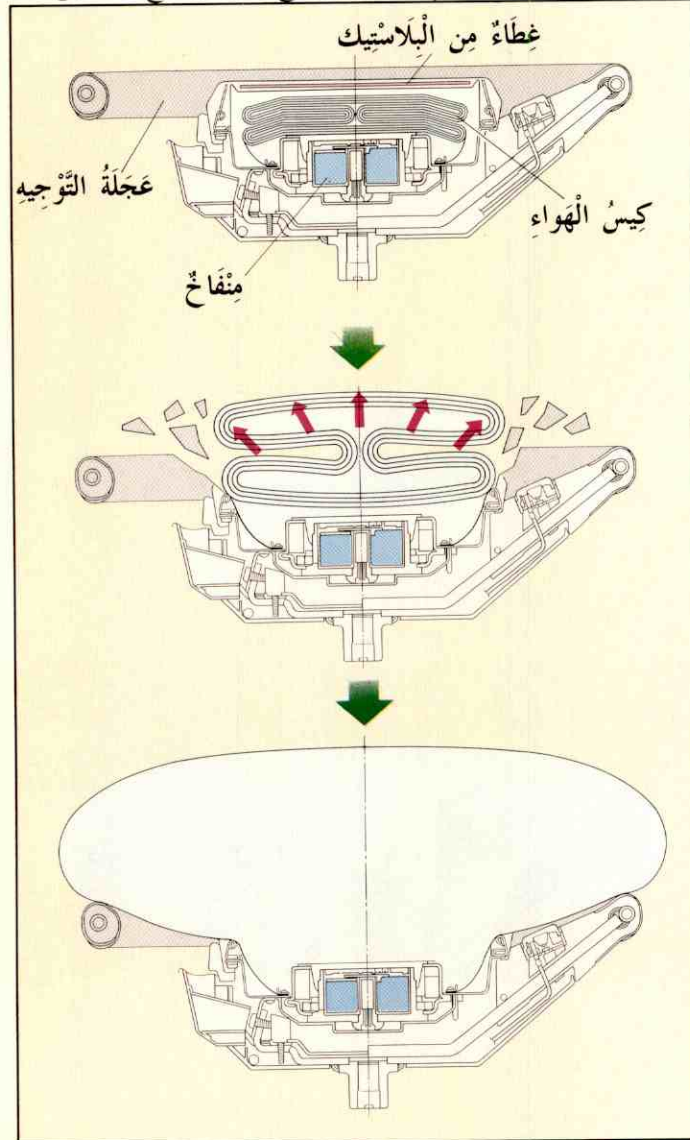
إِتَّاجُ الْغَازِ اللَّازِمِ لِمَلْءِ الْكَيْسِ

عِنْدَمَا تُنْبَهُ مُجَسَّاتُ الصَّدْمَةِ الْمُنْفَخُ (أَسْفَلَ)، فَإِنَّهُ يُشْعِلُ كِيمَاوِيَّاتٍ تُنتِجُ غَازَ النِّتْرِوجِينِ . وَيَمُرُّ الْغَازُ خِلَالَ مُرَشِّحٍ فِي طَرِيقِهِ إِلَى كَيْسِ الْهَوَاءِ .



مَلْءُ الْكَيْسِ فِي جُزْءٍ مِنَ الثَّانِيَةِ

عِنْدَمَا يَنْدَفِعُ غَازُ النِّتْرِوجِينِ الْمُحَضَّرُ حَدِيثًا إِلَى كَيْسِ الْهَوَاءِ ، فَإِنَّ الْكَيْسَ يَبْرُزُ (أَسْفَلَ وَسَطًا) مِنْ مَكْمَلِهِ فِي عَجَلَةٍ التَّوْجِيهِ . وَيَتَسَّعُ الْكَيْسُ لـ ١٦ جَالُونًا مِنَ الْغَازِ وَيَمْتَلِئُ تَمَامًا خِلَالَ ٠,٠٥ ثَانِيَةٍ مِنَ التَّصَادُمِ ، وَهُوَ زَمَنٌ يَقِلُّ عَنِ الزَّمَنِ الَّذِي يَسْتَعْرِفُهُ السَّائِقُ لِيُدْفَعَ نَحْوَ الرُّجَاجِ الْأَمَامِيِّ .



وَقَايَةُ مُزْدَوَجَةٍ

يَتَعَرَّضُ الرَّاكِبُ بِجَوَارِ السَّائِقِ لِأَخْطَارِ التَّصَادُمِ أَيْضًا ، وَلِذَلِكَ تُحْتَوَى بَعْضُ السَّيَّارَاتِ عَلَى أَكْيَاسِ هَوَائِيَّةٍ عَلَى الْجَانِبَيْنِ . وَلِأَنَّ الرَّاكِبَ أَمَامَهُ مَسَافَةٌ مُتَسِعَةٌ ، فَإِنَّ كَيْسَ الْهَوَاءِ أَمَامَهُ يَكُونُ عَادَةً أَكْبَرَ مِنْ كَيْسِ هَوَاءِ السَّائِقِ .



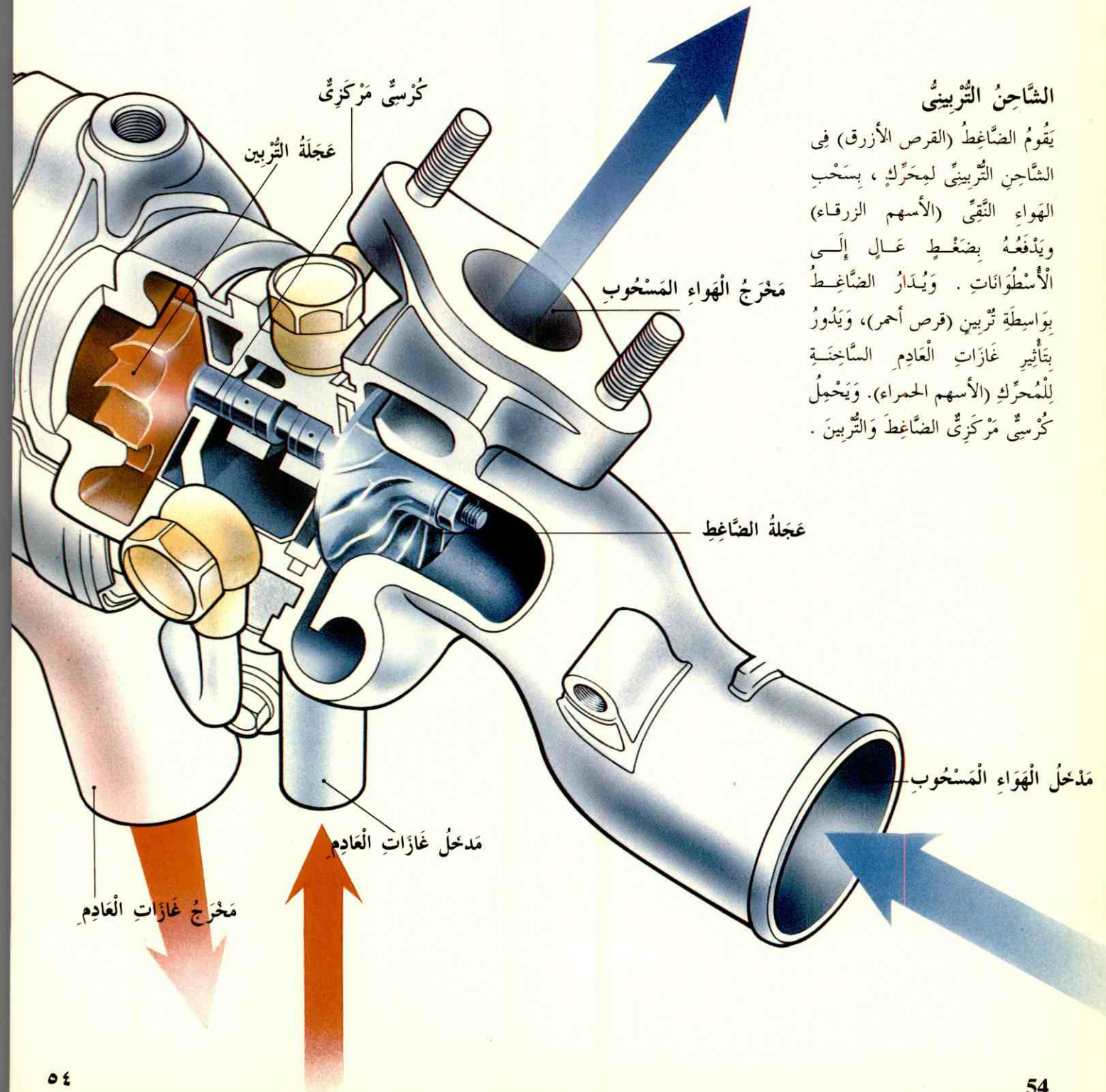
مَا هُوَ جِهَازُ الشَّحَنِ التَّرْبِينِيِّ؟

وَيَحْتَوِي الشَّاحِنُ التَّرْبِينِيُّ عَلَى تَرْبِينٍ يُدَارُ بِوَاسِطَةِ الْعَادِمِ السَّاحِنِ لِلْمُحَرِّكِ ذَاتِهِ . وَيَجْمَعُ ضَاغِطُ الشَّاحِنِ التَّرْبِينِيِّ الْهَوَاءَ بِدَاخِلِهِ ثُمَّ يَزِيدُ ضَعْفَهُ إِلَى دَرَجَةٍ عَالِيَةٍ ثُمَّ يَدْفَعُهُ فِي الْأُسْطُوَانَاتِ حَيْثُ يُسَاعِدُ عَلَى الْإِحْتِرَاقِ الْكَامِلِ لِلوَقُودِ . وَدَفْعُ الْهَوَاءِ الْإِضَافِيِّ إِلَى الْأُسْطُوَانَاتِ يُزِيدُ قُدْرَةَ الْمُحَرِّكِ بِالْحِصَانِ دُونَ تَغْيِيرِ حَجْمِ الْمُحَرِّكِ نَفْسِهِ .

يَحْرِقُ مُحَرِّكُ السَّيَّارَةِ مَحْلُوطًا مِنَ الْوَقُودِ وَالْهَوَاءِ لِيُولِّدَ الطَّاقَةَ اللَّازِمَةَ لِتَحْرِيكِ السَّيَّارَةِ . وَكُلَّمَا زَادَتْ كَمِّيَّةُ الْهَوَاءِ فِي الْمَحْلُوطِ كُلَّمَا زَادَتْ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكِ بِالْحِصَانِ . وَيَسْحَبُ الْمُحَرِّكُ الْعَادِيُّ الْهَوَاءَ إِلَى كُلِّ مِنْ أُسْطُوَانَاتِهِ عِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ الْكَبَاسُ لِأَسْفَلِ دَاخِلِ الْأُسْطُوَانَةِ . وَلَكِنَّ الْمُحَرِّكَ عَالِي الْأَدَاءِ يَضْحُجُّ هَوَاءً إِضَافِيًّا إِلَى الْأُسْطُوَانَاتِ بِجِهَازٍ يُسَمَّى شَاحِنًا تَرْبِينِيًّا .

الشَّاحِنُ التَّرْبِينِيُّ

يَقُومُ الضَّاغِطُ (القرص الأزرق) فِي الشَّاحِنِ التَّرْبِينِيِّ لِمُحَرِّكِ ، بِسَحَبِ الْهَوَاءِ النَّقِيِّ (الأسهم الزرقاء) وَيَدْفَعُهُ بِضَعْفٍ عَالٍ إِلَى الْأُسْطُوَانَاتِ . وَيُدَارُ الضَّاغِطُ بِوَاسِطَةِ تَرْبِينٍ (قرص أحمر)، وَيَدُورُ بِتَأْثِيرِ غَاظَاتِ الْعَادِمِ السَّاحِنَةِ لِلْمُحَرِّكِ (الأسهم الحمراء). وَيَحْمِلُ كُرْسِيَّ مَرْكَزِيَّ الضَّاغِطِ وَالتَّرْبِينِ .

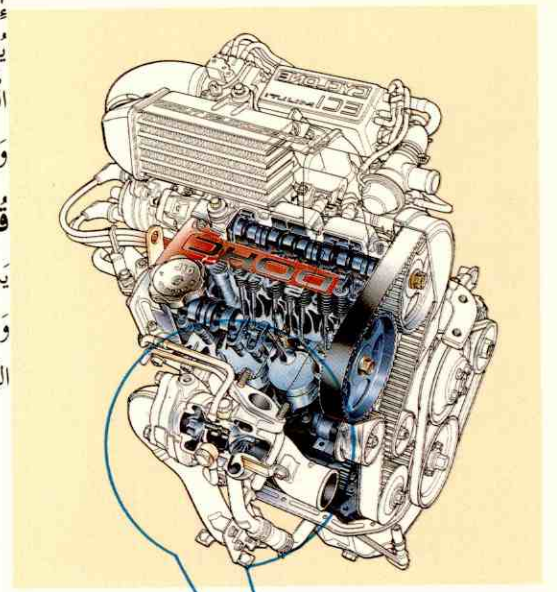
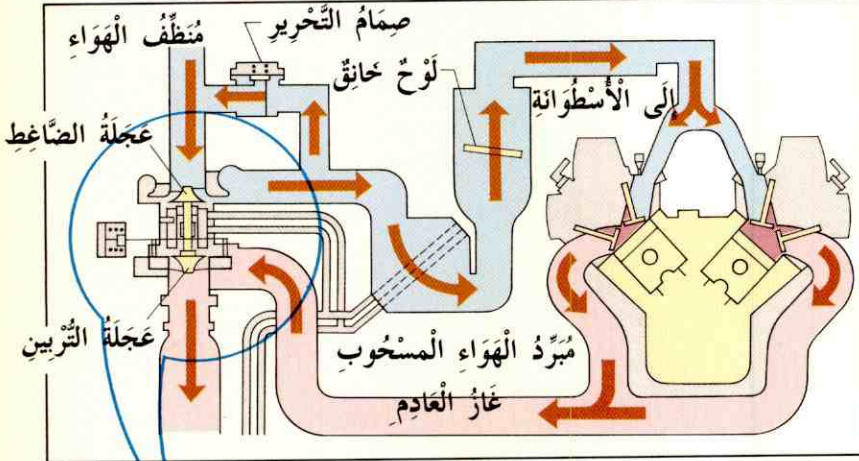


إِضَافَةُ قُوَّةٍ

يُزِيدُ الشَّاحِنُ التَّرْبِينِيَّ (دائرة زرقاء) قُدْرَةَ المَحْرَكِ ، وَيُحْمَلُ عَلَى مُحْرَكِ سَيَّارَةٍ (يمين). وَقَدْ تَأَثَّرَتْ المَحْرَكَاتُ الأُولَى المَزُودَةُ بِشَاحِنِ تَرْبِينِيٍّ بِمِيلِهَا إِلَى السُّخُونَةِ الزَّائِدَةِ ، وَلَكِنْ تَمَّ تَحْسِينُهَا ، وَتَعَدَّدَتْ أَنْوَاغُ السَّيَّارَاتِ مِنَ السَّيَّارَاتِ الرِّيَاضِيَّةِ ذَاتِ الأَدَاءِ العَالِي إِلَى السَّيَّارَاتِ المَدْمَجَةِ .

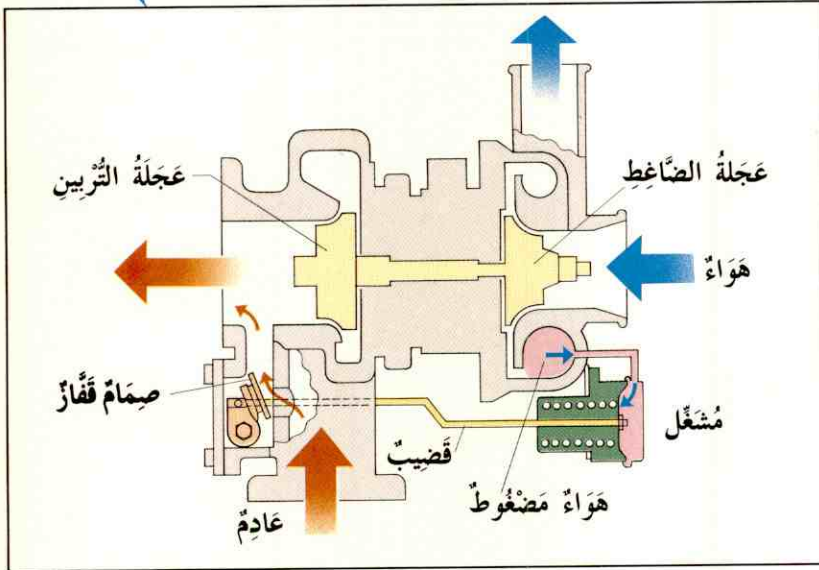
قُدْرَةُ حِصَانِيَّةٍ أَكْبَرُ

يَسْتَعِيدُ المَحْرَكُ المَزُودُ بِشَاحِنِ تَرْبِينِيٍّ (أَسْفَلَ) غَازَاتِ العَادِمِ السَّاخِنَةِ (أَرْجَوَانِي) لِتُدِيرِ التَّرْبِينَ وَتُدْفَعُ الهَوَاءَ العَالِي الضَّغْطِ (أَزْرَق) إِلَى الأَسْطُوَانَاتِ . وَيَسْمَحُ صِمَامُ التَّمْرِيرِ بِتَسْرُبِ الضَّغْطِ الزَّائِدِ . وَالشَّاحِنُ التَّرْبِينِيُّ لِهَذَا المَحْرَكِ (دَاخِلُ دَائِرَةِ زَرْقَاء) مُكَبَّرٌ فِي الرِّسْمِ الأَوْسَطِ أَسْفَلَ .



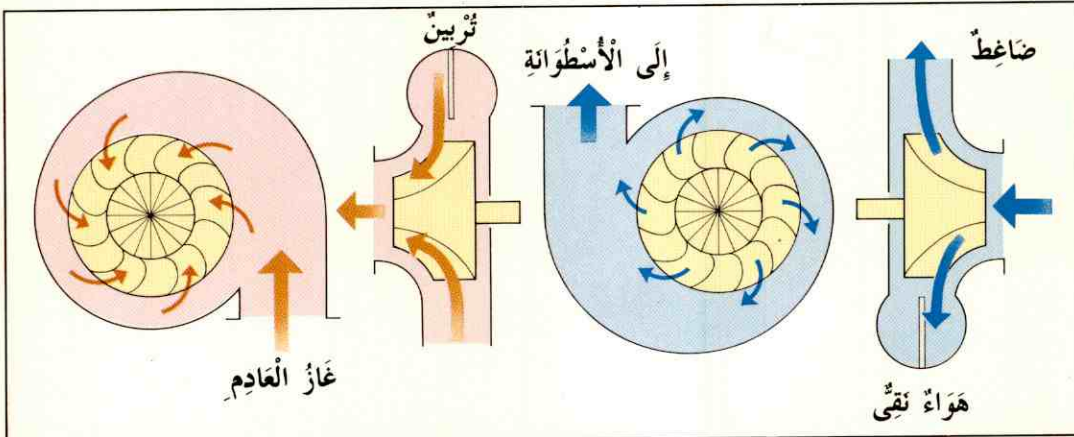
يُدَارُ بِالْعَادِمِ السَّاخِنِ

تُدَارُ عَجَلَةُ التَّرْبِينِ بِعَادِمِ المَحْرَكِ (أَسْهَمُ بَرْتَقَالِيَّة) وَتَدُورُ حَتَّى ١٠٠٠٠ لَفَّةً فِي الدَّقِيقَةِ . وَيَسْتَمِدُّ الضَّاعِطُ قُدْرَتَهُ مِنْ عَجَلَةِ التَّرْبِينِ ، وَيَسْحَبُ الهَوَاءَ النَّقْيَ (أَسْهَمُ زَرْقَاء) ثُمَّ يَدْفَعُهُ إِلَى الأَسْطُوَانَةِ تَحْتَ ضَغْطٍ عَالٍ .



هَوَاءٌ مَسْحُوبٌ عَالِي الضَّغْطِ

تَدْخُلُ غَازَاتُ العَادِمِ (بَرْتَقَالِي) التَّرْبِينِ (أَقْصَى يَسَار) فَتُدِيرُ عَجَلَةَ التَّرْبِينِ ، الَّتِي تُدِيرُ عَجَلَةَ الضَّاعِطِ المَتَّصِلَةَ بِهَا عَلَى نَفْسِ المِخْوَرِ . وَتَدْوِي مِرْوَحَةُ الضَّاعِطِ يَسْحَبُ الهَوَاءَ النَّقْيَ (أَزْرَق) ثُمَّ يَضْغُطُّهُ ، وَيَدْفَعُهُ تَحْتَ ضَغْطٍ عَالٍ فِي الأَسْطُوَانَاتِ .



لماذا تُوجدُ تَجَاوِيفُ بِالْإِطَارَاتِ؟

التَّجَاوِيفُ هِيَ الْأَفْضَلُ لِتَحْفَظَ السَّيَّارَاتِ مُتَحَرِّكَةً بِأَمَانٍ
تَحْتَ الظُّرُوفِ الْمُخْتَلِفَةِ .

لَوْ كَانَتْ جَمِيعُ الطَّرِيقِ نَاعِمَةً وَجَافَةً وَمُسْتَوِيَةً ، لَمَا
كَانَتْ هُنَاكَ حَاجَةٌ لَوْجُودِ تَجَاوِيفٍ عَلَى سَطْحِ إِطَارَاتِ
السَّيَّارَاتِ . فَإِلَّا إِطَارَاتُ عَدِيمَةِ التَّجَاوِيفِ تُفُوقُ الْإِطَارَاتِ
ذَاتِ التَّجَاوِيفِ أَدَاءً عَلَى الطَّرِيقِ الْجَافَةِ لِتَلَامُسِهَا الْجَيِّدِ
بِالْأَرْضِ وَبِالتَّالِي يَكُونُ سَحْبُهَا أَفْضَلَ . وَلَكِنَّ الطَّرِيقَ
لَيْسَتْ جَيِّدَةً عَادَةً . فَعَلَى الطَّرِيقِ الْمَبْلَلَةِ ، قَدْ تَنْشَأُ طَبَقَةٌ
مِنَ الْمَاءِ بَيْنَ الطَّرِيقِ وَالْإِطَارِ عَدِيمِ التَّجَاوِيفِ ، وَتَنْسَبِبُ
فِي انْزِلَاقِ السَّيَّارَةِ وَالْحَوَادِثِ . أَمَّا الْإِطَارَاتُ ذَاتُ
التَّجَاوِيفِ فَتُبْعِدُ الْمِيَاءَ وَتَجْعَلُ الْإِطَارَ أَكْثَرَ ثَبَاتًا عَلَى
الطَّرِيقِ الْخَشَنَةِ أَوْ غَيْرِ الْمُسْتَوِيَةِ . وَتُعْتَبَرُ الْإِطَارَاتُ ذَاتُ
الْإِطَارَاتِ النَّاعِمَةِ خَطَرَةً

تَجْوِيفٌ

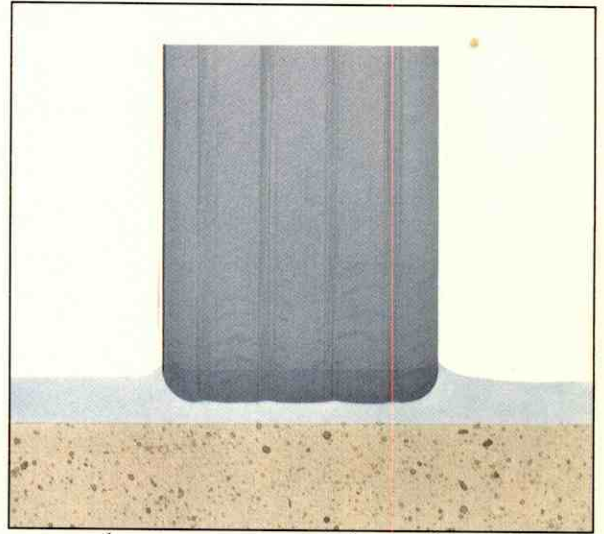
قِطَاعٌ فِي إِطَارٍ

أَخْزِمَةٌ مُعَزَّزَةٌ

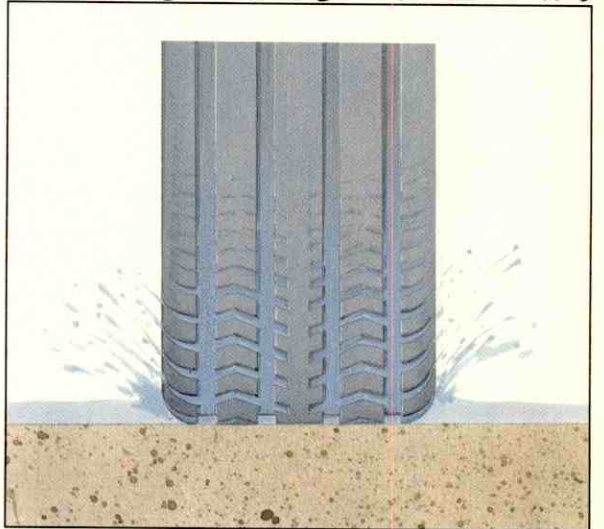
جِسْمُ الْإِطَارِ

سِلْكٌ مُخَرَّزٌ عَلَى حَافَةِ شَفَةِ الْإِطَارِ

الطَّبَقَةُ الدَّاخِلِيَّةُ



عَلَى الطَّرِيقِ الْمَبْلَلَةِ ، فَإِنَّ الْإِطَارَ قَلِيلَ التَّجَاوِيفِ أَوْ عَدِيمَهَا
يُدْفَعُ الْمَاءَ أَمَامَهُ وَقَدْ يَطْفُو عَلَى طَبَقَةِ مَاءٍ بَيْنَهُ وَبَيْنَ الطَّرِيقِ .
وَهَذِهِ الْحَالَةُ الْخَطَرَةُ تُسَمَّى الطَّيْرَانِ الْمَائِيَّ .



يُدْفَعُ الْإِطَارُ ذُو التَّجَاوِيفِ الْمَاءَ فِي تَجَاوِيفِهِ وَيُظَلُّ مُتَلَامِسًا
بِالطَّرِيقِ ، فَتَقِلُّ مَخَاطِرُ الطَّيْرَانِ الْمَائِيَّ .

إِطَارَاتٍ خَاصَّةٌ لِاسْتِعْمَالَاتٍ خَاصَّةٍ

تُصَنَّمُ إِطَارَاتُ السَّيَّارَاتِ لِتَلْتَصِقَ بِسَطْحِ الطَّرِيقِ أَثْنَاءَ حَمْلِهَا وَزْنَ السَّيَّارَةِ وَلِتَجْعَلَ الرُّكُوبَ مُسْتَقَرًّا وَلِتُسَاعِدَ التَّوْجِيهَ . وَقَدْ اسْتَلْزِمَتْ ظُرُوفُ الْقِيَادَةِ الْمَتَّوْعَةِ وَتَنَوُّعُ الْمَرْكَبَاتِ ، عَمَلَ تَصْمِيمَاتٍ مُتَّوَعَةٍ لِإِطَارَاتٍ .



الإِطَارَاتُ الْمَرْصُوعَةُ تُيسِّرُ الْجُرَّ عَلَى الطَّرِيقِ الْجَلِيدَةِ .



الإِطَارَاتُ نَصْفُ الْقَطْرِيَّةِ (الرَادِيَال) تُوفِّرُ الثَّبَاتَ عِنْدَ السَّرْعَاتِ الْعَالِيَةِ



الإِطَارَاتُ الْمُنْحَرِفَةُ تُوفِّرُ لِلْسَّيَّارَاتِ الْعَالِيَةِ رُكُوبًا نَاعِمًا .



إِطَارَاتُ الْأَوْتُوبِيسَاتِ وَالشَّاحِنَاتِ تَحْمِلُ السَّيْرَ لِمَسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ .



إِطَارُ الرَّالِي يَلْتَصِقُ بِمُعْظَمِ أَسْطَحِ الطَّرِيقِ



الإِطَارَاتُ الْمُخَدَّدةُ لِسَّيَّارَاتِ الدَّفْعِ بِأَرْبَعِ عَجَلَاتٍ تَحْمِلُ الْأَرْضَ الْوَعْدَةَ



إِطَارَاتُ جَزَارَةِ الْغُشْبِ لَا تَقْطَعُ الْحَشَائِشَ .

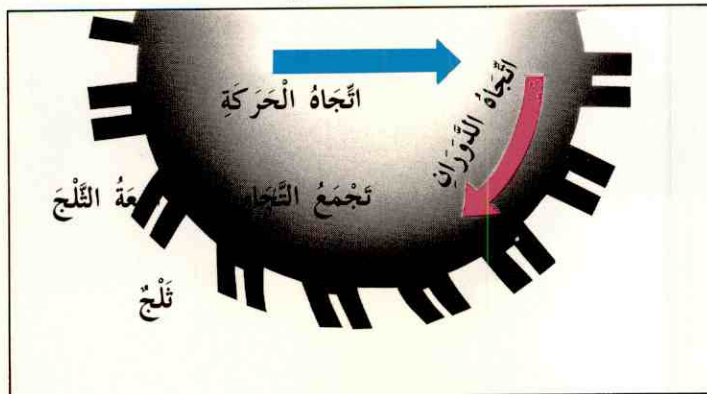


إِطَارُ الْجَرَّارِ لَهُ تَجَاوِيفٌ كَبِيرَةٌ مِثَالِيَّةٌ لِلْحَقْلِ .



شَاحِنَاتُ الْقِمَامَةِ لَهَا إِطَارَاتٌ ضَخْمَةٌ غَرِيضَةٌ .

إِطَارَاتُ لِلْقِيَادَةِ عَلَى الثَّلْجِ



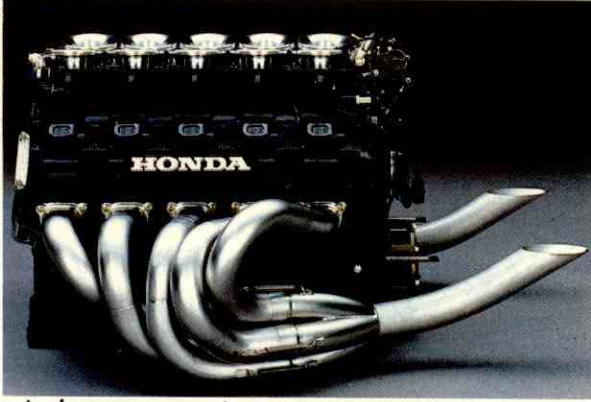
تُصَنَعُ بَعْضُ الإِطَارَاتِ مِنْ مَطَاطٍ خَاصٍّ يَظُلُّ مَرِنًا فِي الْجَوِّ الْبَارِدِ . تَعْبَأُ التَّجَاوِيفُ الصُّنْدُوقِيَّةُ الْوَاسِعَةُ لِلْإِطَارَاتِ بِالثَّلْجِ تَحْتَ تَأْثِيرِ وَزَنِ السَّيَّارَةِ ، فَتَكُونُ سَطْحًا صَلْبًا لِمَزِيدٍ مِنَ السَّحْبِ .

عَجَلَةٌ



مَا الَّذِي يَجْعَلُ سَيَّارَةً

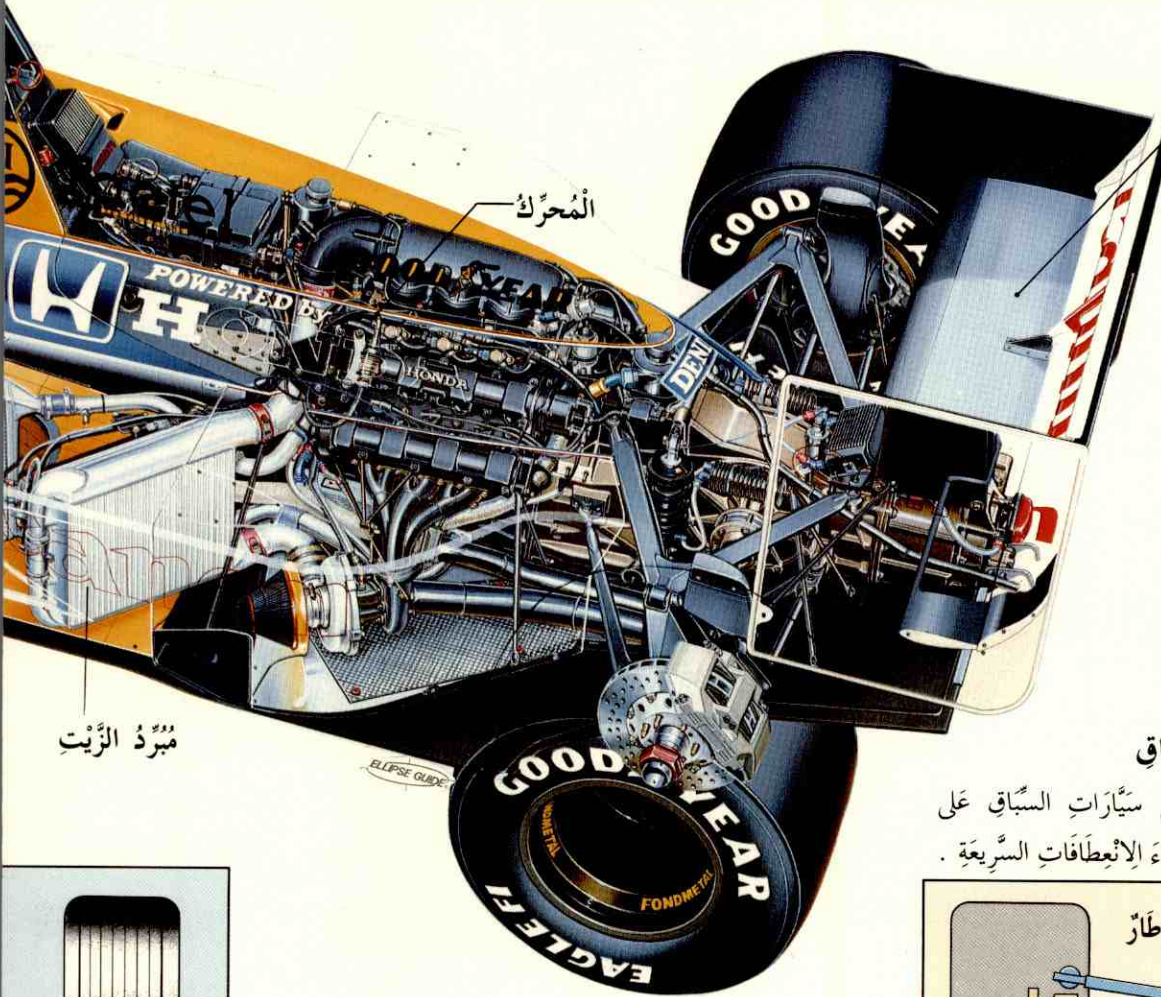
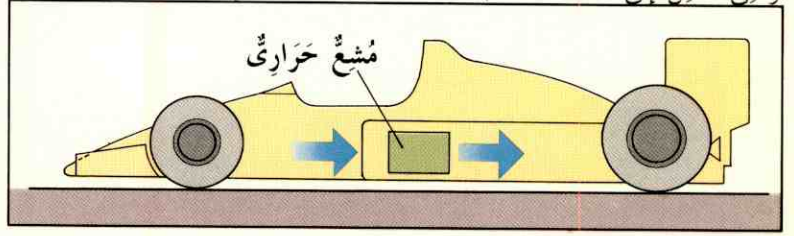
مُحَرِّكٌ ذُو ثَقْنِيَّةٍ عَالِيَةٍ وَقُدْرَةٍ كَبِيرَةٍ
لِتَتَوَافَرَ الْكَفَاءَةُ وَالْقُدْرَةُ ، فَإِنَّ مُحَرِّكَ سَيَّارَةِ السَّبَاقِ (أَسْفَلَ)
يَسْتَخْدِمُ الْحَاسِبَ الْآلِيَّ لِضَبْطِ تَدْفِيقِ الْوَقُودِ ، وَمُنْظَمَاتِ
إِلِكْتُرُونِيَّةٍ لِلتَّحْكُمِ فِي عَدَدِ دَوَّارَاتِ الْمُحَرِّكِ فِي الدَّقِيقَةِ ،
وَفِي الزَّيْتِ ، وَدَرَجَةِ حَرَارَةِ الْمَاءِ ، وَعَوَامِلَ أُخْرَى .



مُحَرِّكُ السَّبَاقِ الْخَاصُّ هَذَا ، يَسْتَمِدُّ قُدْرَتَهُ مِنْ ١٠ أَسْطُورَاتٍ .

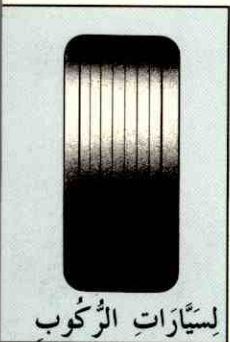
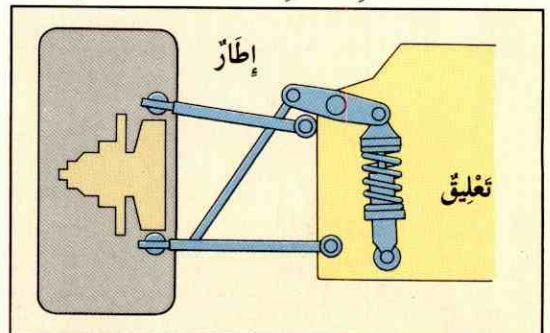


سَيَّارَةُ سَبَاقِ فُورْمُولَا « ١ » (أَعْلَى) تُسَخِّنُ أَكْثَرَ مِنَ السَيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ . وَهِيَ
تَتَخَلَّصُ مِنَ الْحَرَارَةِ الزَّائِدَةِ مِنْ خِلَالِ مُشَبِّعِهَا الْحَرَارِيِّ — مِثْلَ السَيَّارَةِ
الْعَادِيَّةِ — الَّذِي يَبْرُدُ بَتِّيَارِ الْهَوَاءِ (أَسْفَلَ) النَّاتِجِ عَنِ السَّرْعَةِ الْفَائِقَةِ لِلْسَيَّارَةِ
وَالَّتِي تَصِلُ إِلَى ١٨٠ مِيلًا / سَاعَةً .



التَّعْلِيقُ فِي سَيَّارَاتِ السَّبَاقِ

يَجِبُ أَنْ يُحَافِظَ التَّعْلِيقُ فِي سَيَّارَاتِ السَّبَاقِ عَلَى
الْعَجَلَاتِ مُلْتَصِقَةً بِالْأَرْضِ أَثْنَاءَ الْإِنْعِطَافَاتِ السَّرِيعَةِ .



لِسَيَّارَاتِ الرُّكُوبِ

لِسَبَاقٍ مُخْتَلِفَةٍ؟

فُورْمِيُولَا «١» فَلِمَحَرَّكُهَا ثَلَاثَةُ أَمْثَالِ هَذِهِ السَّعَةِ ، وَقُدْرَتُهَا ٥٠٠ حِصَانٍ أَيْ تُعَادِلُ حَوَالَى ٤ أَوْ ٥ أَمْثَالِ قُدْرَةِ السَّيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ .

وَتُصَمَّمُ أَجْسَامُ سَيَّارَاتِ السَّبَاقِ عَلَى أَسَاسِ الدِّيْنَامِيكَا الْهَوَائِيَّةِ لِتَقْلِلَ مُقَاوِمَةَ الْهَوَاءِ ، وَتُصْبِحُ هَذِهِ الْقُدْرَةُ الْإِضَافِيَّةُ أَكْثَرَ فَعَالِيَّةً . وَإِطَارَاتُ السَّبَاقِ عَرِيضَةٌ جِدًّا لِتَوْفِّرَ التَّلَاسُسَ بِالطَّرِيقِ وَالسَّحْبَ الْآمِنِينَ . كَمَا يُضَافُ نِظَامُ تَعْلِيقٍ خَاصٌّ لِتَوْفِّرَ الثَّبَاتَ ، بِمُسَاعَدَةِ السَّيَّارَةِ عَلَى التَّلَاسُسِ الشَّدِيدِ بِالطَّرِيقِ مَهْمَا زَادَتْ سُرْعَتُهَا .

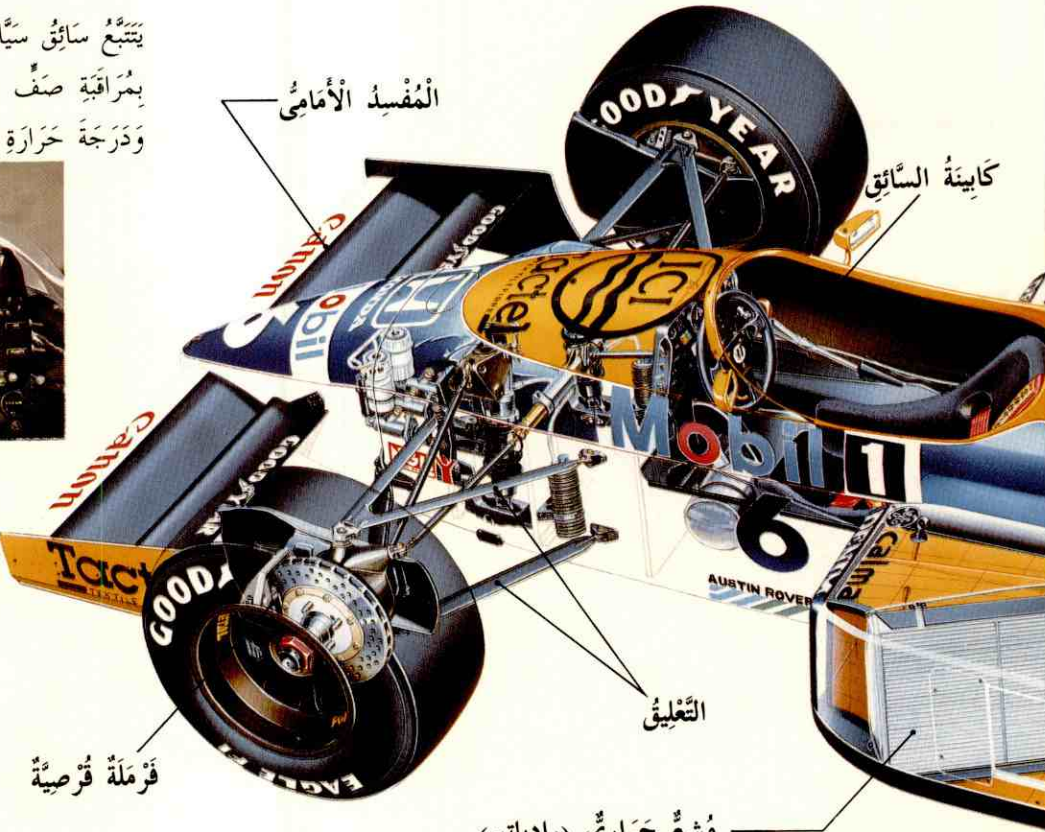
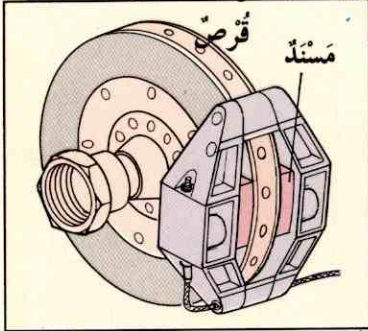
سَيَّارَةُ السَّبَاقِ فُورْمِيُولَا «١» — الَّتِي سُمِّيَتْ هَكَذَا نِسْبَةً إِلَى وَقُودِهَا الْخَاصِّ — لَهَا مُحَرِّكٌ أَكْبَرُ قُدْرَةً مِنْ سَيَّارَاتِ الرُّكُوبِ . وَمَصْدَرُ هَذِهِ الْقُدْرَةِ الزَّائِدَةِ هُوَ الْمُحَرِّكُ كَبِيرُ السَّعَةِ ، فَسَعَتُهُ هِيَ الْحَجْمُ الْكُلِّيُّ لِعُرْفِ الْإِحْتِرَاقِ فِي أُسْطُوَانَاتِهِ . وَقَدْ تُصِلُ سَعَةُ مُحَرِّكِ سَيَّارَةِ الرُّكُوبِ الْمَتَوَسُّطَةِ إِلَى ١٠٠٠ سم^٣ أَوْ أَقَلَّ . أَمَّا سَيَّارَةُ السَّبَاقِ

سَيَّارَةُ سَبَاقٍ فُورْمِيُولَا «١»

يَتَّبَعُ سَائِقُ سَيَّارَةِ السَّبَاقِ — فِي كَابِينَتِهِ — أَدَاءَ السَّيَّارَةِ بِمُرَاقَبَةِ صَفِّ مِنْ أَجْزِهَةِ الْقِيَاسِ تُبَيِّنُ مُسْتَوَى الْوُقُودِ وَدَرَجَةَ حَرَارَةِ الْمَاءِ وَمَعْلُومَاتٍ أُخْرَى .

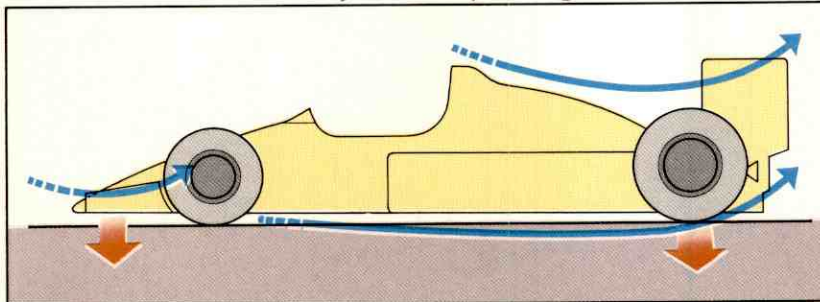


يَجِبُ أَنْ تَتَحَمَّلَ الْفَرَامِلُ حَرَارَةَ السَّرْعَةِ الْعَالِيَةِ لِلْسَّبَاقِ . وَهِيَ فَرَامِلُ قُرْصِيَّةٍ (أَسْفَلَ) مِنْ أَلْيَافِ الْكَرْبُونِ لِلخِدْمَةِ الشَّاقَّةِ .



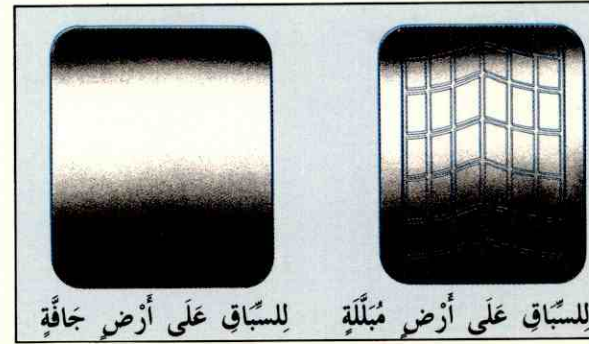
جِسْمٌ شَكْلٌ لِلْسَّرْعَةِ

يُصَمَّمُ جِسْمُ سَيَّارَةِ السَّبَاقِ لِیَسْتَفِيدَ مِنْ تَيَّارِ الْهَوَاءِ النَّاتِجِ عِنْدَ السَّرْعَاتِ الْعَالِيَةِ ، وَلِذَلِكَ يَكُونُ مُنْخَفِضًا وَمَتَّسِعًا وَخَفِيفَ الْوِزْنِ وَلَكِنَّهُ مَصْنُوعٌ مِنْ أَلْيَافِ مَتِينَةٍ . وَتَعْمَلُ الْمُوَحَّرَةُ الْمَسْحُوبَةُ (أَسْفَلَ يَمِين) وَالْمُفْسِدَاتُ الْخَلْفِيَّةُ عَلَى أَنْ يَضْعُطَ الْهَوَاءُ عَلَى السَّيَّارَةِ لِأَسْفَلَ وَيَمْنَعُ رَفْعَهَا بِوَسِطَةِ الْهَوَاءِ .



إِطَارَاتٌ تُنَاسِبُ الطَّرِيقَ الْمُخْتَلِفَةَ

بِالإِضَافَةِ إِلَى أَنْ إِطَارَاتِ السَّبَاقِ تَكُونُ أُعْرَضَ مِنْ إِطَارَاتِ السَّيَّارَةِ الْعَادِيَّةِ ، فَإِنَّهَا قَدْ تَحْوِي تَجَاوِيفَ قَلِيلَةً لِلطَّرِيقِ الْجَفَّةِ ، وَتَجَاوِيفَ خَاصَّةً لِلْمَطَرِ .



لِلْسَبَاقِ عَلَى أَرْضٍ مُبَلَّلَةٍ لِلْسَبَاقِ عَلَى أَرْضٍ جَفَاءَةٍ

هل تستطيع أي سيارة أن تقود نفسها؟

المعلومات والملاحة

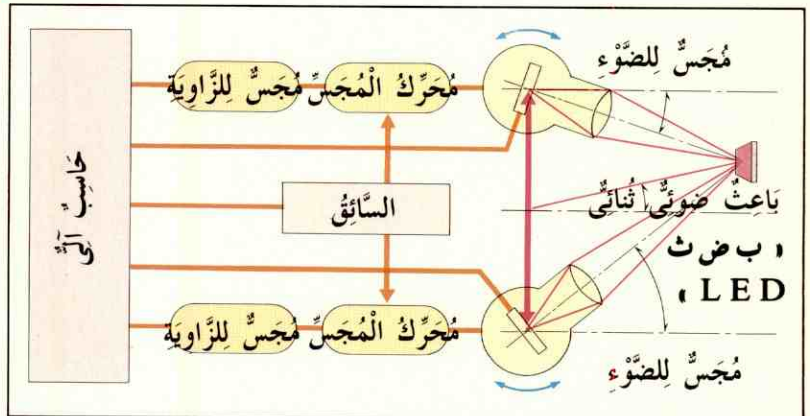
يُمِدُّ النِّظَامُ المِلاحي السائق بالخرائط والإرشادات إلى أحسن المسارات التي يتخذها، وذلك بالإضافة إلى توضيح صورة الطريق وأوضاع المرور.

هذه السيارة الأخاذة هي سيارة متسويشي التجريبية مُوديل MSR11، وهي سيارة كثيرة الأجهزة التلقائية، فيمكنها أن تتعرف على خطوط الحارات وإشارات الطرق وتستجيب إليها وذلك بواسطة دائرتها التليفزيونية المعلقة وكاميراتها للأشعة تحت الحمراء. فباستخدام هذه الكاميرات ومجسات الموجات فوق الصوتية — مثل موجات الخفافش — يمكنها أيضاً اكتشاف حالة المرور والعقبات الأخرى، وضبط سرعة السيارة واتجاهها على الدوام.

ورغم أنظمتها المستقبلية وقدراتها الملحوظة، فإن هذه السيارة لا يمكنها أداء كل مهام القيادة. ويتنبأ خبراء كثيرون بأن الباحثين والمهندسين سيصلون يوماً إلى سيارة قد تُعوض تأخر السائق في الاستجابة وأخطائه في التقدير.

متابعة مرورية تلقائية

تتبع المجسات ما يصدّره الصّمام الثنائي الباعث للضوء على مؤخرة السيارة الأمامية.



تلتقط مجسات خاصة بالقرب من الأضواء الكاشفة للسيارة الضوء المنبعث من (بضث) مثبت على مؤخرة السيارة الأمامية.

يقوم الحاسب الآلي (يسار) للسيارة الخلفية بإكسابها السرعة المضبوطة وضبط اتجاه عجلة التوجيه ليحافظ على المسافة المناسبة، وذلك بالتحليل الضوئي الصادر من باعث للضوء ثنائي (بضث) على مؤخرة السيارة الأمامية.

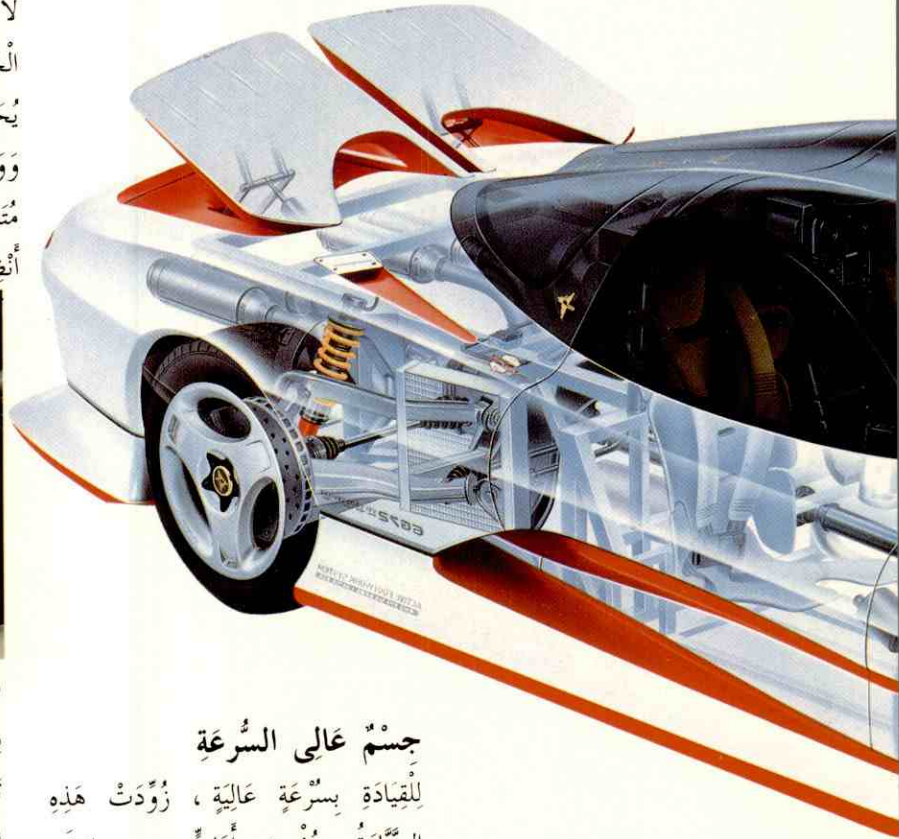
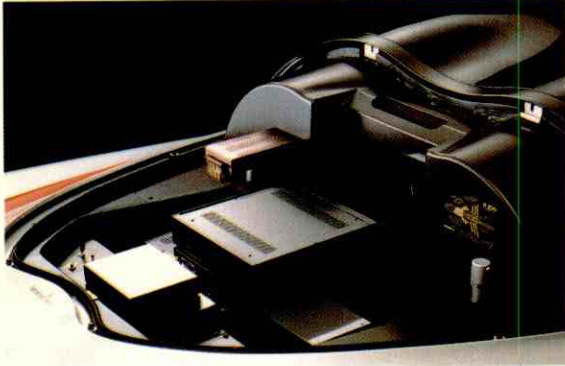
تَحْسِينُ رُؤْيَةِ السَّائِقِ

يُوجَدُ بَيْنَ مَقْعِدِ السَّائِقِ وَالرَّكَّابِ كَامِيرَاتٌ تَلِفِيزِيُونِيَّةٌ وَتَحْتَ حَمَرَاءِ تَمْسُحُ الْمِنْطَقَةَ الْمُحِيطَةَ بِالسَّيَّارَةِ وَيُمْكِنُهَا إِرْسَالُ صُورٍ تُعَالِجُ بِوَاسِطَةِ الْحَاسِبِ الْآلِيِّ بِالسَّيَّارَةِ . وَيَسْتَجِيبُ هَذَا النِّظَامُ وَيَرَى الْأَشْيَاءَ الَّتِي قَدْ لَا يَذْكُرُهَا السَّائِقُ مِثْلَ الْمُرُورِ الْقَادِمِ وَالْتَوَقُّفِ الْمَفْاجِئِ وَالْمُنْعَطَفَاتِ الْحَادَّةِ وَأَحْوَالِ اسْتِنَاءِ الطَّرِيقِ . وَإِلَى جَانِبِ مَدِّ السَّائِقِ بِهَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ ، فَإِنَّهَا بِبَسَاطَةٍ تَضْبِطُ سُرْعَةَ السَّيَّارَةِ وَاتِّجَاهَهَا . وَنَتِيجَةً لِذَلِكَ ، يَتِمَكَّنُ السَّائِقُ مِنَ التَّقَدُّمِ فِي طَرِيقِهِ بِأَمَانٍ أَكْثَرَ .



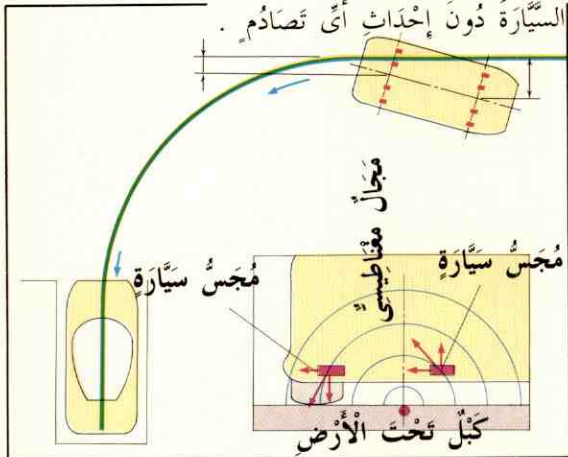
أَمْخَاخُ السَّيَّارَةِ الذَّائِيَّةِ الْحَرَكَةِ

لَا تَسْتَطِيعُ هَذِهِ السَّيَّارَةُ الذَّائِيَّةِ الْحَرَكَةَ أَنْ تَعْمَلَ دُونَ الْحَاسِبِ الْآلِيِّ . وَنِظَامُ الْحَاسِبِ الْآلِيِّ الْمَوْجُودُ بِهَا يُحَلِّلُ الْبَيِّنَاتِ الَّتِي تَجْمَعُهَا مُجَسَّاتُ السَّيَّارَةِ وَكَامِيرَاتُهَا وَوَحْدَاتُهَا الْمِيكَانِيكِيَّةُ ، وَيُعَالِجُهَا بِحَاسِبَاتٍ إِلِيَّةٍ مُتَفَصِّلَةٍ مُتَعَدِّدَةٍ وَصَغِيرَةٍ ، ثُمَّ يُرْسِلُ الْإِشَارَاتِ الْمَضْبُوطَةَ إِلَى أَنْظِمَةِ التَّحْكُمِ الْمُتَنَوِّعَةِ فِي السَّيَّارَةِ .



مَوْقِفُ سَيَّارَاتٍ بِلَا مَشَاكِلَ

فِي سَاحَاتِ الْإِنْتِظَارِ الَّتِي بِهَا كَابِلَاتٌ مَعْنَاطِيَّةٌ مَذْفُونَةٌ تَحْتَ سَطْحِهَا ، فَإِنَّ نِظَامَ الْإِنْتِظَارِ فِي السَّيَّارَةِ الذَّائِيَّةِ الْحَرَكَةِ يُحَسِّنُ بِالْمَجَالَاتِ الْمَعْنَاطِيَّةِ لِهَذِهِ الْكَابِلَاتِ . وَتُمرَّرُ الْمَجَسَّاتُ الْمَعْنَاطِيَّةُ الْأَرْبَعَةُ بِالسَّيَّارَةِ الْبَيِّنَاتِ إِلَى حَاسِبٍ آلِيٍّ يُخْطِرُ الْعَجَلَاتِ بِطَرِيقَةِ انْحِرَافِهَا . وَتُسْتَكْشِفُ مُجَسَّاتُ أُخْرَى الْأَجْسَامَ حَتَّى تَصْطَلِفَ السَّيَّارَةُ دُونَ إِحْدَاثِ أَيِّ تَصَادُمٍ .

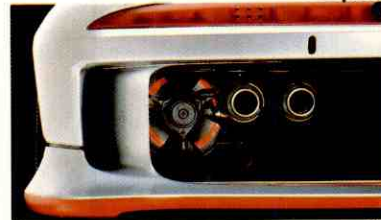


جِسْمٌ عَالِي السَّرْعَةِ

لِلْقِيَادَةِ بِسُرْعَةٍ عَالِيَةٍ ، زُوِّدَتْ هَذِهِ السَّيَّارَةُ بِمُفْسِدٍ أَمَامِيٍّ ، وَزَعَانِفٍ كَاذِبَةٍ ، وَقَلَابَاتٍ تُضْبِطُ تَلْقَائِيًّا لِجَعْلِ مَقَاوِمَةِ الْهَوَاءِ أَقَلَّ مَا يُمْكِنُ .



قَلَابَاتٌ



قَلَابُ فَتُورِي



زُعْفَةٌ كَاذِبَةٌ



مُفْسِدٌ أَمَامِيٌّ

كَيْفَ تَعْمَلُ سَيَّارَاتُ الْقُدْرَةِ الشَّمْسِيَّةِ؟

وَتُصَنَّمُ السَيَّارَاتُ الشَّمْسِيَّةُ لِلِاسْتِفَادَةِ الْكَامِلَةِ مِنْ مَخْزُونِ طَاقَاتِهَا . وَيُصَنَعُ مُعْظَمُهَا مِنْ مَوَادٍّ خَفِيفَةِ الْوِزْنِ جِدًّا ، وَشَكْلُهَا يُقَلِّلُ مُقَاوَمَةَ الْهَوَاءِ إِلَى أَدْنَى قِيَمَةٍ . وَنَظَرِيًّا ، فَإِنَّ السَيَّارَةَ الشَّمْسِيَّةَ تَعْمَلُ إِلَى مَا لَانْهَائَةٍ ، وَلَا تَحْتَاجُ وَقُودًا سِوَى ضَوْءِ الشَّمْسِ ، وَلَا يَنْتُجُ عَنْهَا تَلَوُّثٌ . وَغَيْيُهَا الْوَحِيدُ هُوَ أَنَّهَا لَا تَعْمَلُ فِي اللَّيْلِ أَوْ الْأَيَّامِ الْمَعْتَمَةِ . وَيَعْمَلُ الْبَاحِثُونَ لِلتَّغْلِبِ عَلَى ذَلِكَ .

مَا زَالَتِ السَيَّارَاتُ الَّتِي تَعْمَلُ بِالطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ فِي مَرَحَلَةِ التَّجْرِبِ ، وَهِيَ تُخْتَلَفُ كَثِيرًا فِيمَا بَيْنَهَا فِي تَصْمِيمِهَا وَتَرْكِيبِهَا وَأَدَائِهَا . وَلَكِنَّهَا جَمِيعًا تَتَشَابَهُ فِي أُسَاسِيَّاتِ وَاحِدَةٍ . فَكُلُّهَا بِهَا لَوَحَاتٌ لِتَجْمِيعِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ حَيْثُ تَقُومُ بِإِمْتِنَاعِ ضَوْءِ الشَّمْسِ وَتُحَوِّلُهُ إِلَى كَهْرَبَاءَ . وَمُعْظَمُهَا يُخْزَنُ هَذِهِ الْكَهْرَبَاءُ فِي بَطَّارِيَّاتٍ خَاصَّةٍ ثُمَّ يَسْتَعْمِدُهَا لِإِدَارَةِ الْمُحَرِّكِ الْكَهْرَبِيِّ الَّذِي يُدِيرُ الْعَجَلَاتِ .

صَلِيبُ الْجَنُوبِ (سَيَّارَةٌ شَمْسِيَّةٌ)

مُجْمَعُ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ

صَفٌّ مِنْ مُجْمَعَاتِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ

مَقْعَدُ السَّائِقِ

الْعَجَلَةُ الْأَمَامِيَّةُ

التَّعْلِيقُ الْأَمَامِيُّ

هَيْكَلُ السَيَّارَةِ (الشَّاسِيَّة)

ضَوْءُ

الشَّمْسِ

مُجْمَعُ شَمْسِيٌّ

دَائِرَةُ تَحْكَمِ

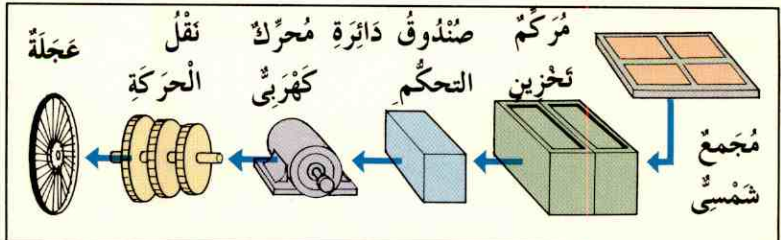
مُحَرِّكٌ كَهْرَبِيٌّ

مَرَائِمُ تَخْزِينِ

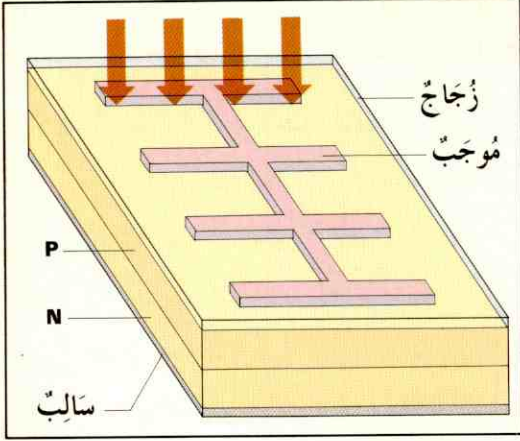
نَقْلِ الْحَرَكَةِ

ثُرُوسٌ وَمُجْمَعَاتٌ

تَسْرِي الْكَهْرَبَاءُ الْمَتَوَلَّدَةُ فِي مُجْمَعَاتِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ خِلَالَ أَسْلَاكِ إِلَى مُرَكَّبٍ تَخْزِينِ . وَمِنْهَا إِلَى مُحَرِّكِ كَهْرَبِيِّ يَكْتَسِبُ قُدْرَةً تُدِيرُ الْمِحْوَرَّ وَالْعَجَلَاتِ . وَيُؤَمِّنُ كِفَاءَةً اسْتِخْدَامِ الطَّاقَةِ عَلَى مُخْتَلَفِ ظُرُوفِ الطَّرِيقِ نِظَامُ ثُرُوسٍ خَاصٌّ ذُو ١٢ سُرْعَةً .



المركب الشمسي

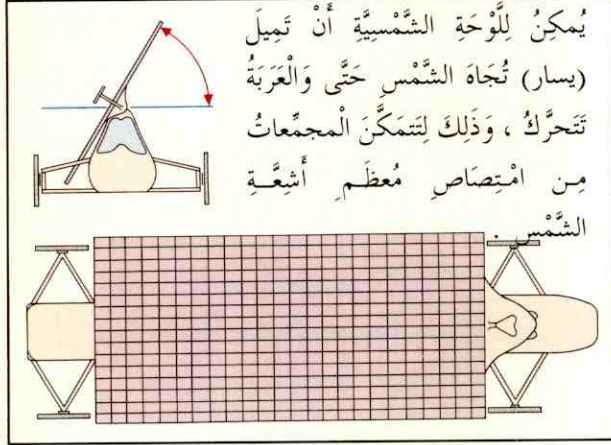


كل خلية شمسية بها طبقتان من السيليكون: طبقة موجبة (P)، وطبقة سالبة (N). وعندما يضطد الضوء بالخلية فإنه يحرر إلكترونات من الطبقة الموجبة، فيتولد تيار كهربائي بينها وبين الطبقة السالبة. ويدور المحرك الكهربائي للسيارة بهذا التيار.



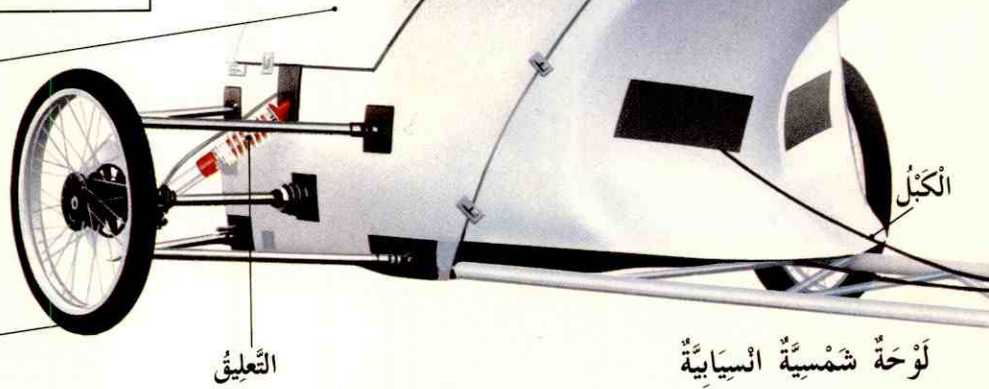
سيارة صليب الجنوب لها لوحة طاقة شمسية قابلة للميل

لوحات شمسية متحركة



يبلغ طول سيارة صليب الجنوب اليابانية حوالي ٢٠ قدمًا، وتزن حوالي ٦٢٠ رطلاً وتسير بسرعة تصل إلى ٢٥ ميلاً / ساعة على الأرض المستوية.

وحدة القدرة وبها المركب



لوحة شمسية انسيابية

شيد فريق من جامعة كاليفورنيا بومونا سيارة الوهج الشمسي التي حصلت على المركز ١١ في سباق طولها ١٨٠٠ ميل عبر القارة الأسترالية. ويبلغ طولها ٢٠ قدمًا، وبها ٩٢٠٠ خلية شمسية أرق من الورق المقوى، وصنعت من جرافيت الإيبوكسي خفيف الوزن. ويمكنها أن تقطع ١٢٥ ميلاً على بطارية خازنين — فضة مشحونة مسبقًا دون حاجة للطاقة الشمسية، وكان هذا السباق عام ١٩٩٠. وفي السباق تكرر كسر جيزير التدوير المتصل بالعلبة الخلفية، كما تكرر ثقب الإطارات، فأنخفض متوسط السرعة من القيمة المتوقعة وهي ٤٢ ميلاً / ساعة إلى ٢٧ ميلاً / ساعة. وبعد التحسينات، فازت بسباقين في أمريكا عام ١٩٩١.



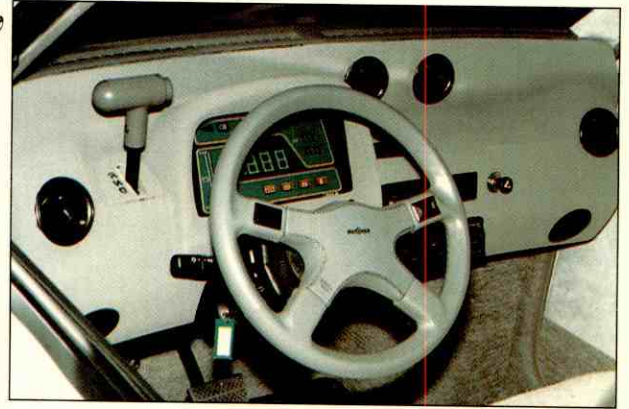
مَا هِيَ السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ؟

قِطَاعٌ فِي سَيَّارَةٍ كَهْرَبَائِيَّةٍ

تَسِيرُ السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ عَلَى الْكَهْرَبَاءِ الَّتِي تُسْتَمَدُّ مِنْ مَقْبَسٍ مَنْزَلِيٍّ مَأْلُوفٍ وَالْمَخْزَنَةِ فِي بَطَارِيَّاتِ السَّيَّارَةِ الْقَابِلَةِ لِلشَّحْنِ . وَلَا تَحْتَاجُ السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ إِلَى نَقْلِ الْحَرَكَةِ الْمُسْتَعْدَمِ فِي السَّيَّارَاتِ ذَاتِ مُحَرَّكَاتِ الْإِخْتِرَاقِ الدَّاخِلِيِّ ، لِأَنَّ الْكَهْرَبَاءَ تُرْسَلُ إِلَى مُحَرِّكِ كَهْرَبِيِّ مُتَّصِلِ بِمَحَوِّرِ التَّدْوِيرِ . وَهَذَا الْمُحَرِّكُ يُدِيرُ الْمَحَوِّرَ وَيُحَرِّكُ السَّيَّارَةَ . وَقَدْ أَوْضَحَتِ الْإِسْتِعْمَالَاتُ التَّجْرِبِيَّةُ لِلْسَّيَّارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ أَنَّهَا يُمَكِّنُ أَنْ تَسِيرَ مَسَافَةً ١٣٠ مِيلًا قَبْلَ أَنْ تَحْتَاجَ لِإِعَادَةِ شَحْنِ بَطَارِيَّاتِهَا . وَهِيَ أَقْلُ بِكَثِيرٍ مِنَ السَّيَّارَاتِ ذَاتِ الْإِخْتِرَاقِ الْبِتْرُولِيِّ مِنْ جِهَةِ إِحْدَاتِهَا لِلتَّلَوُّثِ الْبَيْئِيِّ ، كَمَا أَنَّهَا أَكْثَرُ مِنْهَا هُدُوءًا . وَعَيْنِهَا الرَّئِيسِيُّ هُوَ زَمَنُ إِِعَادَةِ شَحْنِهَا الَّذِي يَسْتَعْرِقُ ٦ سَاعَاتٍ .

سَيَّارَةٌ بِدُونِ نَقْلِ حَرَكَةٍ

مِنْ أَهَمِّ مُمَيَّزَاتِ السَّيَّارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ (أَسْفَلَ) بَسَاطَةُ ذِرَاعِ تَغْيِيرِ التَّرْوَسِ ، لِأَنَّهُ لَيْسَ بِالسَّيَّارَةِ نَقْلَ حَرَكَةٍ . وَتُظْهِرُ الْعِدَادَاتُ سُرْعَةَ اللَّفَاتِ فِي الدَّقِيقَةِ وَسُرْعَةَ السَّيَّارَةِ وَشِحْنَةَ الْبَطَارِيَّةِ

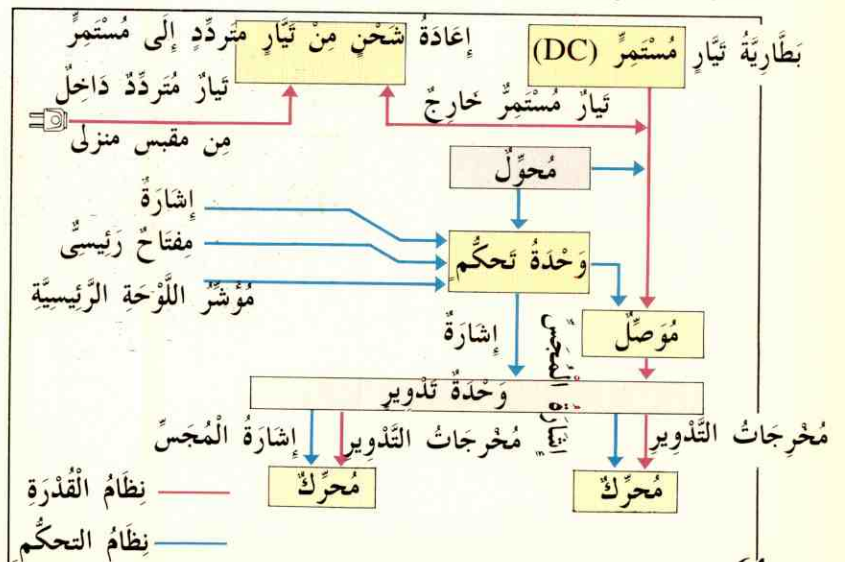
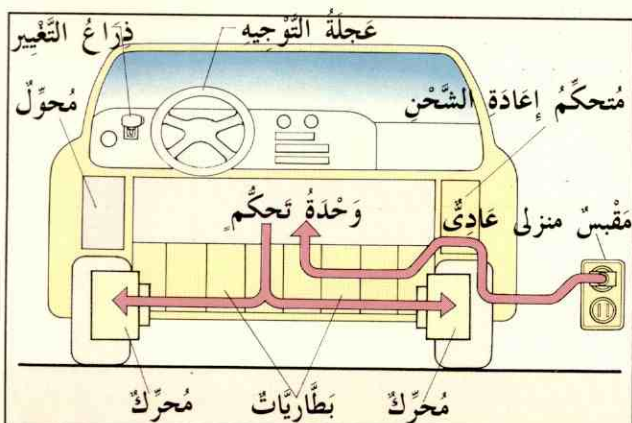


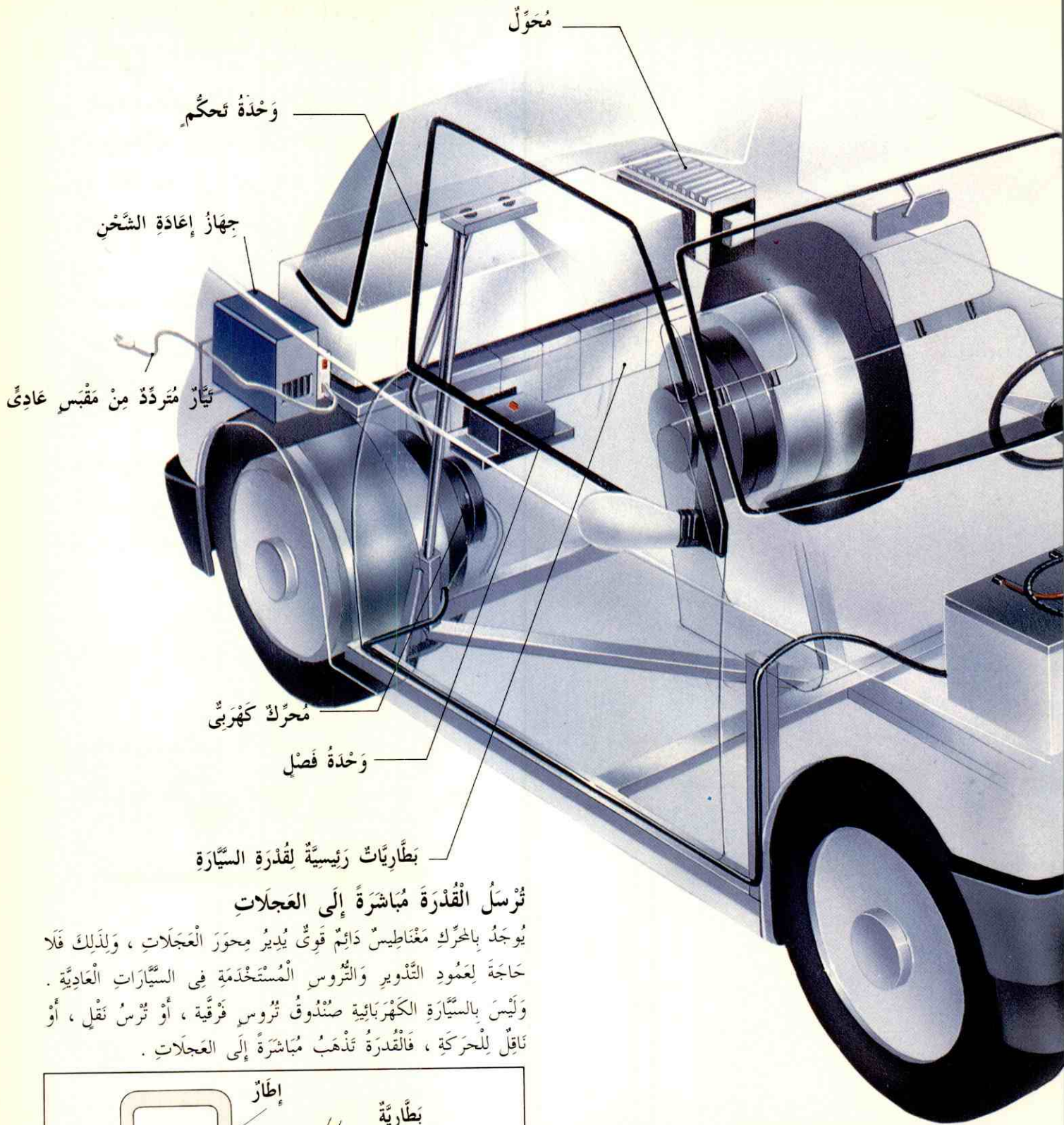
كَيْفَ تُدِيرُ الْكَهْرَبَاءُ الْعَجَلَاتِ

تُخْزَنُ الْكَهْرَبَاءُ الَّتِي تُبَدِّلُ السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ بِالْقُدْرَةِ فِي بَطَارِيَّاتِهَا أَوَّلًا (أَسْفَلَ عَلَوَى). وَأَثْنَاءَ تَحْرُكِ السَّيَّارَةِ تَسْرَى الْكَهْرَبَاءُ إِلَى الْمَوْصِلِ الْكَهْرُومَغْنَاطِيِّ . وَيَتِمُّ التَّحْكُمُ فِي الْقُدْرَةِ طَبَقًا لِبَيِّنَاتِ الْمُجَسَّاتِ وَمُحْكَمَاتِ الْقِيَادَةِ ، ثُمَّ تُرْسَلُ الْقُدْرَةُ إِلَى الْحَرَكَاتِ لِتُدِيرَ الْعَجَلَاتِ وَتَنْطَلِقَ السَّيَّارَةُ .

إِعَادَةُ شَحْنِ بَطَارِيَّةٍ ضَعِيفَةٍ

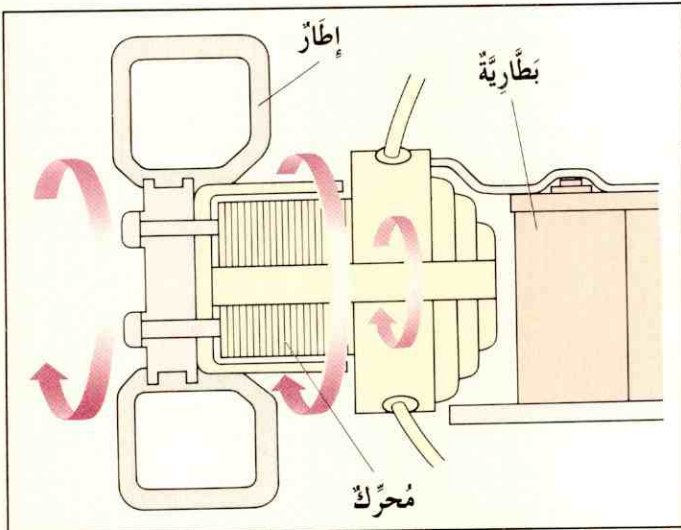
يُسْتَمَدُّ جِهَازُ إِِعَادَةِ شَحْنِ الْعَرَبَةِ بِالْكَهْرَبَاءِ قُدْرَتُهُ مِنْ مَقْبَسٍ عَادِيٍّ ٢٢٠ فولت . وَيُسْتَعْدَمُ هَذَا الْجِهَازُ لِتَخْزِينِ مَدَدٍ جَدِيدٍ مِنَ الطَّاقَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ فِي بَطَارِيَّاتِ السَّيَّارَةِ .





تُرْسَلُ الْقُدْرَةُ مُبَاشَرَةً إِلَى الْعَجَلَاتِ

يُوجَدُ بِالْمَحَرِّكِ مَغْنَاطِيْسٌ دَائِمٌ قَوِيٌّ يُدِيرُ مِحْوَرَ الْعَجَلَاتِ ، وَلِذَلِكَ فَلَا حَاجَةَ لِعَمُودِ التَّدْوِيرِ وَالتَّرُوسِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِي السَّيَّارَاتِ الْعَادِيَّةِ . وَلَيْسَ بِالسَّيَّارَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ صُنْدُوقُ تَرُوسٍ فَرَقِيَّةٌ ، أَوْ تُرْسٌ ثَقِيلٌ ، أَوْ نَاقِلٌ لِلْحَرَكَةِ ، فَالْقُدْرَةُ تَذْهَبُ مُبَاشَرَةً إِلَى الْعَجَلَاتِ .



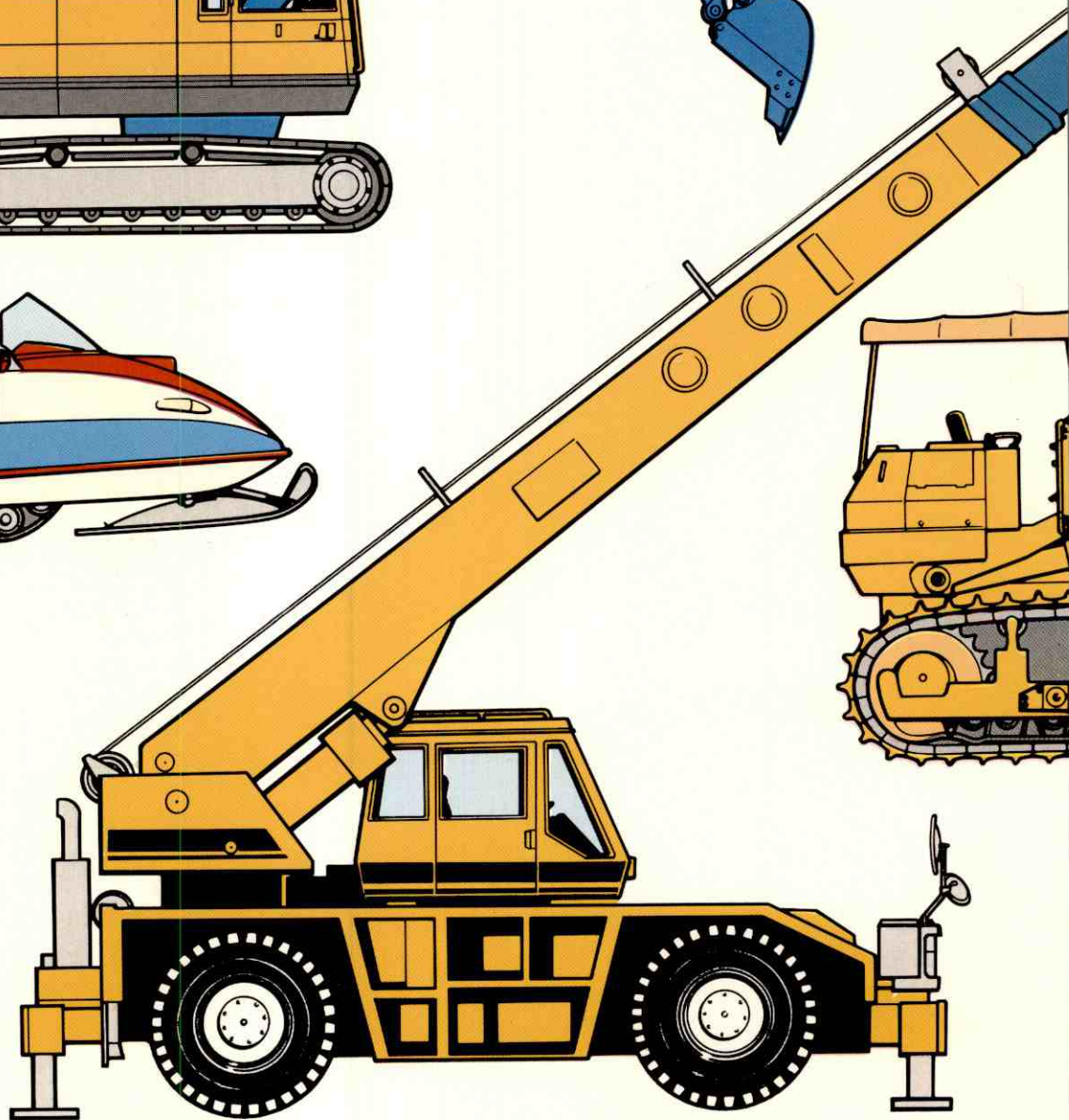
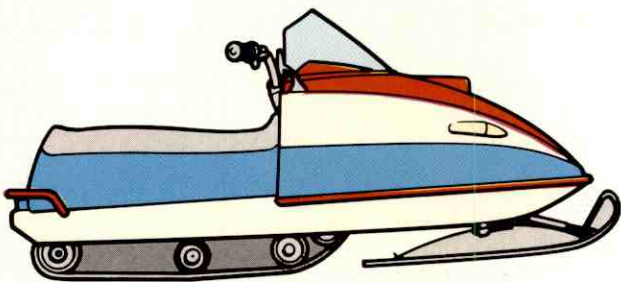
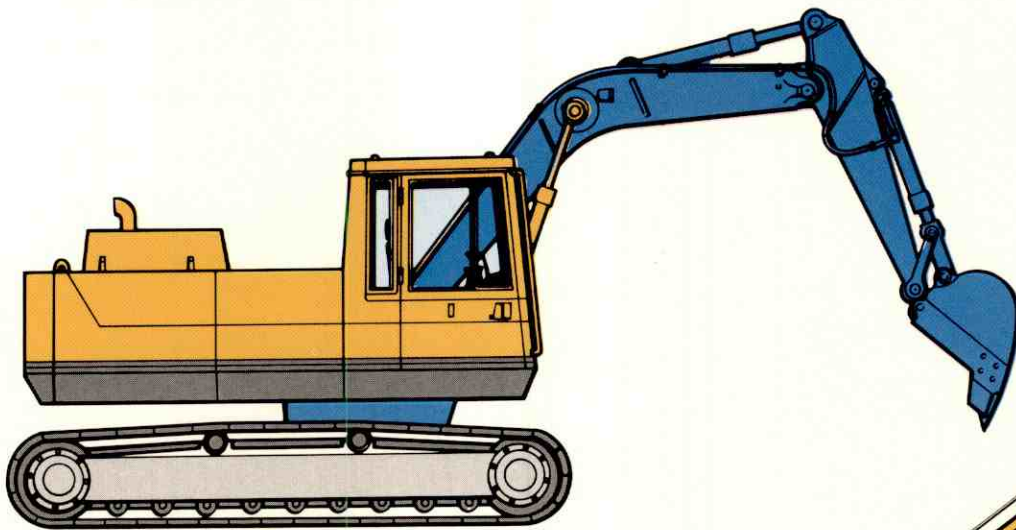
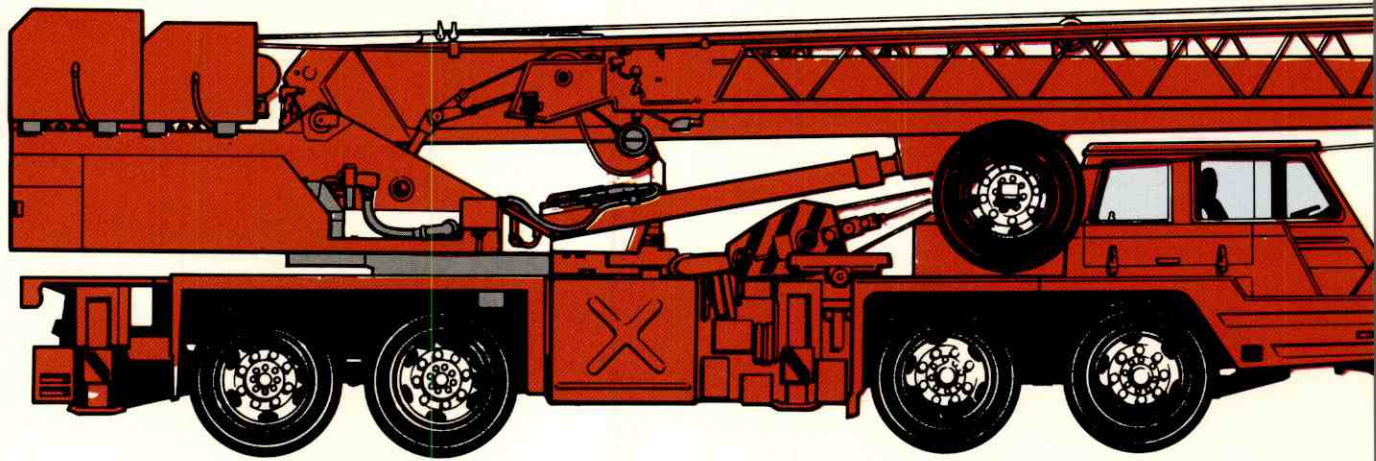
السَّيَّارَةُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ دَسْتِينِي ٢٠٠٠ تَجْمَعُ بَيْنَ لَوْحَاتِ الطَّاقَةِ الشَّمْسِيَّةِ وَالبَطَّارِيَّاتِ فِي جِسْمِ السَّيَّارَةِ الْمَصْنُوعِ مِنَ الْأَلْيَافِ الرِّجَاجِيَّةِ .

3 مَرَكَبَةٌ لِكُلِّ غَرَضٍ

مُنْذُ اخْتِرَاعِ السَّيَّارَةِ ، وَجَدَ المَهْنَدِسُونَ عَدَدًا لَا يُحْصَى مِنَ الاسْتِخْدَامَاتِ لِلْعَرَبَاتِ الَّتِي لَا تَجْرُهَا الْخُيُولُ ، فَصَمَّمُوا مَرَكَبَاتٍ لِاسْتِخْدَامَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ كَثِيرَةٍ . فَالْمَرَكَبَاتُ الَّتِي لَهَا جَنَازِيرُ دَوَّارَةٌ أَوْ رَحَافَاتٌ بَدَلًا مِنَ الْعَجَلَاتِ — مَثَلًا — يُمَكِّنُهَا الْوُصُولُ إِلَى الْأَرْضِ الْوَعْرَةِ الَّتِي كَانَ يُمَكِّنُ الْوُصُولَ إِلَيْهَا مِنْ قَبْلِ عَلَى الْأَقْدَامِ فَقَطْ . وَالْمِرْفَاعُ (أَوِ الْوَنَشُ) كَانَ يَوْمًا مَا تَرَكِيًّا ثَقِيلًا يَجِبُ نَقْلُهُ مِنْ مَوْقِعِ بِنَاءٍ إِلَى آخَرٍ . وَتَطْوِيرُ ذِرَاعِ الْمِرْفَاعِ الْمَتَدَاخِلِ ، فَإِنَّ الْمِرْفَاعَ الْآنَ يُقَادُ عَلَى هَيْكَلِهِ الْخَاصِّ الْمُتَحَرِّكِ إِلَى مَوَاقِعِ الْبِنَاءِ حَيْثُ يُسْتَعْمَدُ لِأَدَاءِ وَظَائِفٍ رَفْعٍ قَلِيلَةٍ فَقَطْ .

وَرَغْمَ أَنَّ الْمَرَكَبَاتِ الْخَاصَّةَ — الْمَوْضَحَةَ هُنَا — تُعْدَمُ أَغْرَاضًا مُتَنَوِّعَةً ، إِلَّا أَنَّهَا تَشْتَرِكُ جَمِيعًا فِي قُدْرَتِهَا عَلَى رَفْعِ الْأَحْمَالِ الثَّقِيلَةِ . فَسَيَّارَاتُ إِطْفَاءِ الْحَرَائِقِ تَحْمِلُ السَّلَالِمَ الطَّوِيلَةَ ، وَالْأَوْنَشُ وَالْحَفَّارَاتُ تُرْفَعُ أَنْزَعًا ثَقِيلَةً مَعَ حُمُولَاتِهَا . وَتَحْصُلُ هَذِهِ الْمَرَكَبَاتُ الْحَدِيثَةُ عَلَى قُدْرَةِ الرَّفْعِ مِنْ أَنْظِمَةِ هَيْدْرُولِيكِيَّةٍ تَحْوِي كَبَاسَاتٍ تُتَحَرَّكُ بِإِحْكَامٍ فِي أُسْطُوَانَاتٍ مَمْلُوءَةٍ بِالزَّيْتِ . وَعِنْدَمَا تُحْدِثُ مِضْحَجَةً ضَغْطًا عَلَى السَّائِلِ الْهَيْدْرُولِيكِي ، فَإِنَّ الْكَبَاسَ يَنْدَفِعُ إِلَى الْخَارِجِ مُحَرِّكًا السَّلْمَ أَوْ الذِّرَاعَ . وَعِنْدَمَا يَزَالُ الضَّغْطُ ، يَتَرَاوَعُ الْكَبَاسُ . وَتُعْطَى الْأَنْظِمَةُ الْهَيْدْرُولِيكِيَّةُ هَذِهِ الْأَلَاتِ مَجَالًا وَاسِعًا مِنَ الْقُدْرَةِ عَلَى الْمَنَاورَةِ . وَإِذَا وَصَلَتْ بِهَذِهِ الْأَلَاتِ قِطْعٌ لِلْحَفْرِ أَوْ الرَّفْعِ أَوْ الدَّفْعِ ، فَإِنَّهَا تُؤَدِّي أَعْمَالًا أَكْثَرَ تَعْقِيدًا ، كَمَا سَتُوضَّحُ الصَّفَحَاتُ التَّالِيَةُ .

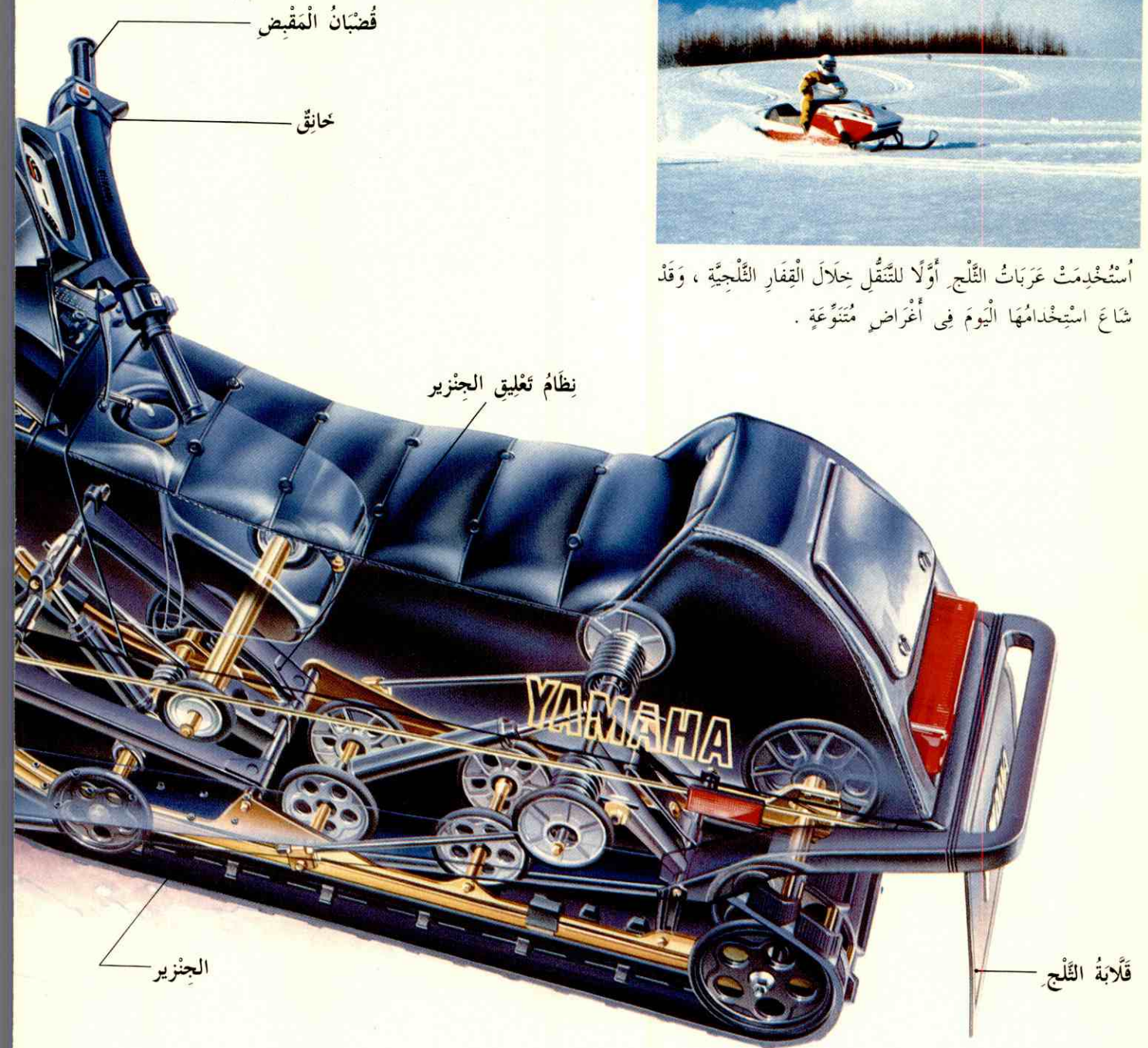
يُظْهَرُ إِلَى الْيَسَارِ بَعْضُ الْمَرَكَبَاتِ الْمُتَخَصِّصَةِ الَّتِي تُسْتَعْمَدُ الْيَوْمَ وَهِيَ : سَيَّارَةُ إِطْفَاءِ الْحَرَائِقِ وَعَرَبَةُ الثَّلَجِ وَوَنَشُ الْإِنْشَاءَاتِ .



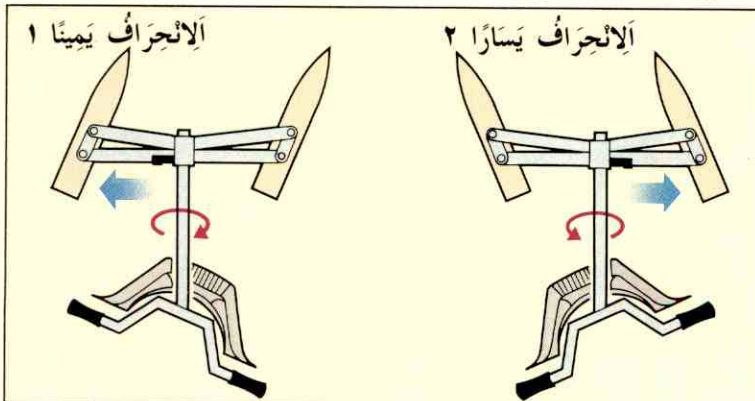
مَا الَّذِي يَحْرِكُ



أُسْتُخْدِمَت عَرَبَاتُ الثَّلْجِ أَوَّلًا لِلتَّنَقُّلِ خِلَالَ الْبَقَاكِ الثَّلْجِيَّةِ ، وَقَدْ شَاعَ اسْتِخْدَامُهَا الْيَوْمَ فِي أَغْرَاضٍ مُتَنَوِّعَةٍ .

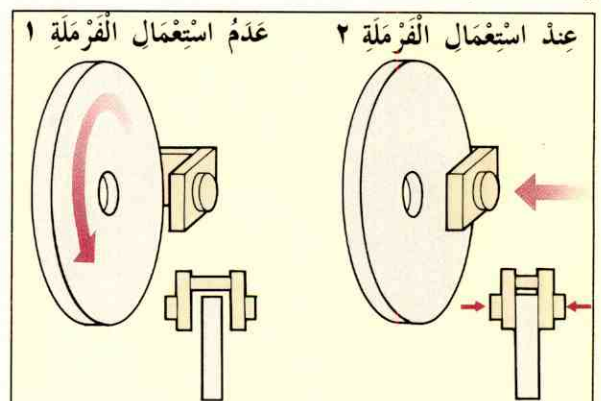


التَّوْجِيهُ خِلَالَ الثَّلْجِ



بِإِدَارَةِ فُضْبَانِ الْمَقْبِضِ فِي اتِّجَاهِ دَوْرَانِ عَقْرِ السَّاعَةِ تُنَحْرِفُ الرِّحَاظَتَانِ يَمِينًا ، بَيْنَمَا إِدَارَتُهُمَا ضِدَّ عَقْرِ السَّاعَةِ تُنَحْرِفُهُمَا يَسَارًا .

إِيقَافُ الْعَرَبَةِ

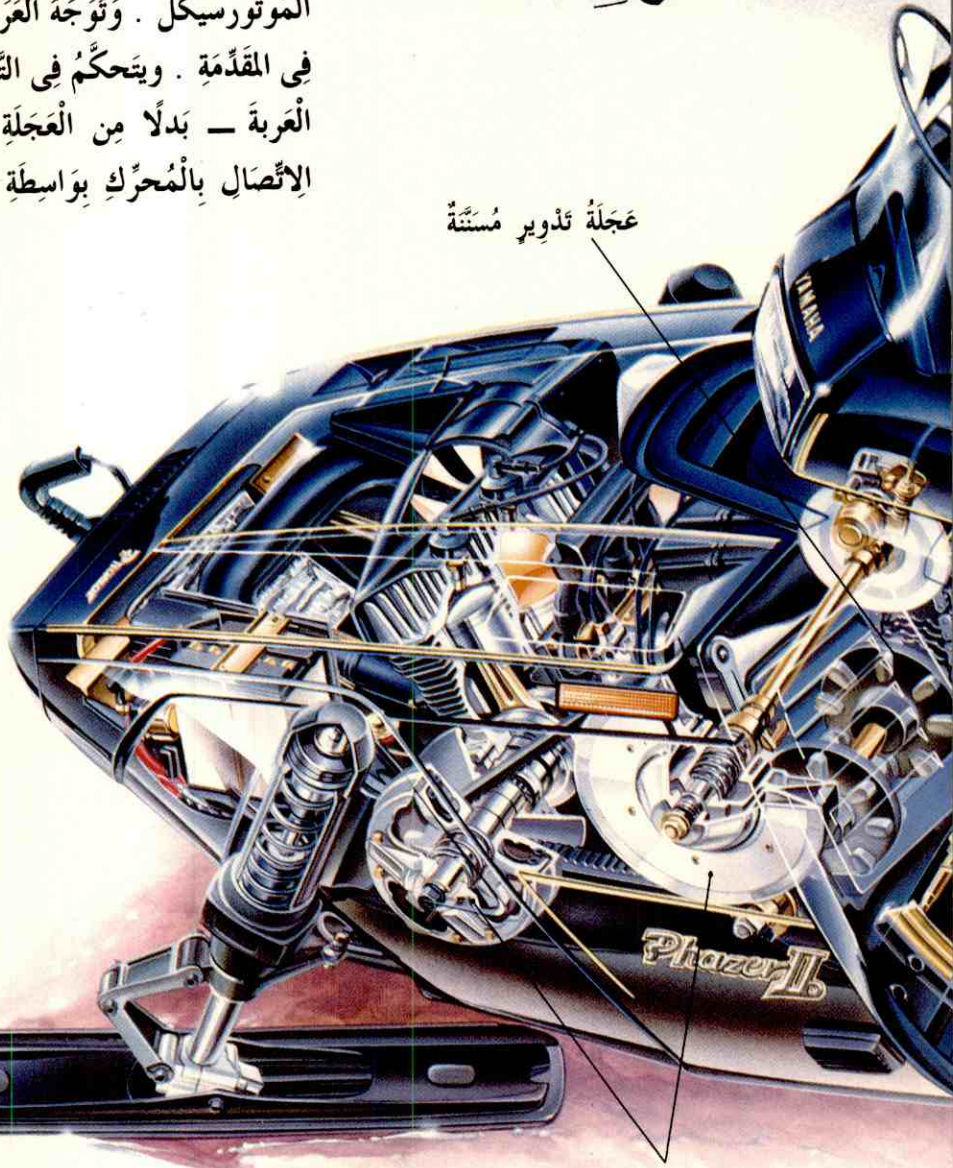


عِنْدَمَا يَضَعُ السَّائِقُ عَلَى ذِرَاعِ الْفَرْمَلَةِ ، فَإِنَّ عَدَدًا مِنَ الْمَسَانِدِ تَضَعُ عَلَى قُرْصِ مُرَكَّبٍ عَلَى عَمُودِ الْإِدَارَةِ .

عَرَبَاتِ الثَّلْجِ؟

عَرَبَةُ الثَّلْجِ هِيَ مِزْلَجَةٌ بِمُحَرِّكِ ، تَسْتَمِدُّ قُدْرَتَهَا مِنْ مُحَرِّكِ يُشْبِهُ مُحَرِّكِ الْمُوتورسيكل . وَتَوَجُّهُ الْعَرَبَةِ مَقَابِضُ قَضَيْبِيَّةٍ تُتَّصِلُ بِزَوْجٍ مِنَ الرَّخَافَاتِ فِي الْمَقْدَمَةِ . وَيَتَحَكَّمُ فِي التَّسَارُعِ وَالْفَرَمَلَةِ خَانِقٌ وَذِرَاعُ فَرَمَلَةٍ . وَيَدْفَعُ الْعَرَبَةَ — بَدَلًا مِنَ الْعَجَلَةِ الْخَلْفِيَّةِ — جَنْزِيرٌ مَطَاطِي (يسار) مُسْتَمِرُّ الْإِثْصَالِ بِالْمُحَرِّكِ بِوَاسِطَةِ ثُرُوسٍ وَسِلْسِلَةٍ وَسَيْرٍ .

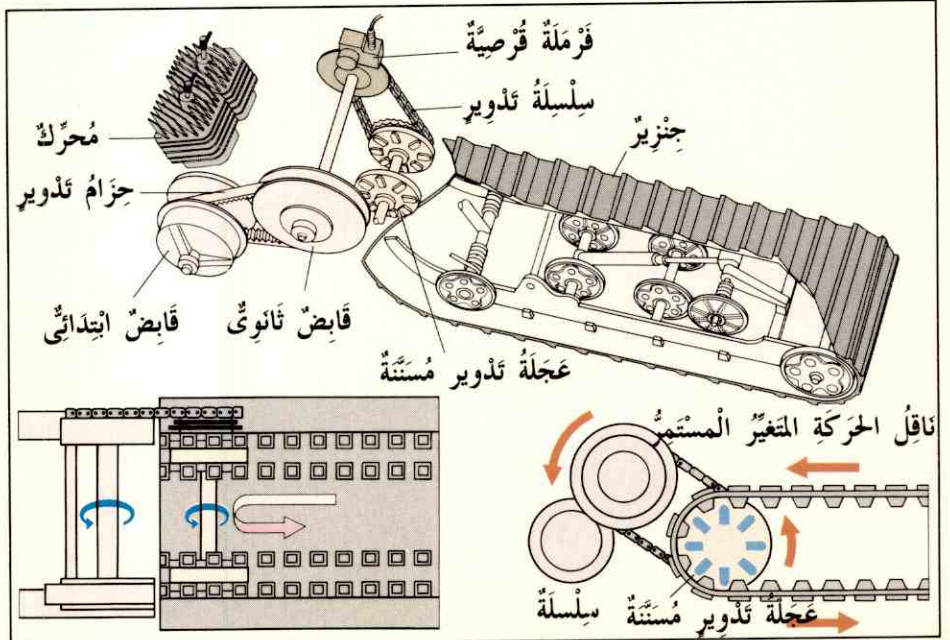
وَلْعَرَبَاتِ الثَّلْجِ قُدْرَةٌ وَاسِعَةٌ عَلَى الْمَنَازِرَةِ . وَإِضَافَةً إِلَى أَنَّ سُرْعَاتِهَا قَدْ تَزِيدُ عَلَى ٨٥ مِيلًا / سَاعَةٍ فَإِنَّهَا يُمَكِّنُهَا صُعُودُ مُنْحَذَرَاتٍ يَبْلُغُ مِيلَهَا ٦٥٠ . وَالسَّيَّارَاتِ الْعَادِيَّةُ مُصَمَّمَةٌ لَصُعُودِ ثُلُثِ هَذَا الْإِلْحِدَارِ فَقَطْ . وَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ الْعَرَبَاتُ لِتَوْصِيلِ الْبَضَائِعِ وَأَدَاءِ الْخِدْمَاتِ فِي الْمَنَاطِقِ الْوَعْرَةِ حَيْثُ ثَقُلُ الطَّرِيقِ الْمُمَهَّدَةِ وَالْمَغْطَاةِ عَادَةً بِالْثُلُوجِ . وَذَلِكَ لِأَنَّهَا تَتَّقَلُّ فِي مَنَاطِقٍ يَتَعَذَّرُ عَلَى السَّيَّارَاتِ التَّحَرُّكُ فِيهَا . وَلَكِنَّ مُعْظَمَ النَّاسِ يَسْتَخْدِمُونَ عَرَبَاتِ الثَّلْجِ لِلتَّسْلِيَةِ .



نَاقِلُ حَرَكَةٍ مُتَغَيِّرٍ مُسْتَمِرُّ

الْقِيَادَةُ عَلَى الثَّلْجِ

تَتَحَرَّكُ الْكِبَاسَاتُ فِي الْحَرِّكِ لِتُدِيرَ الْقَابِضَ الْإِبْتِدَائِيَّ الَّذِي يُدِيرُ الْقَابِضَ الثَّانَوِيَّ الْمُتَّصِلَ بِهِ بِوَاسِطَةِ سَيْرٍ وَالْمَوْضُوعِ عَلَى عَمُودِ إِدَارَةٍ جَمَاعِيٍّ مُتَوَسِّطٍ . وَعَلَى الطَّرْفِ الْبَعِيدِ لِهَذَا الْعَمُودِ يُوجَدُ ثُرْسٌ يُدِيرُ سِلْسِلَةً تُدِيرُ مِحْوَرَ الْإِدَارَةِ الَّذِي تُعْشَقُ أَسْنَانُهُ فِي فُتَحَاتِ الْجَنْزِيرِ الْمُتَوَاصِلِ لِعَرَبَةِ الثَّلْجِ . وَعِنْدَمَا يَدُورُ مِحْوَرُ الْإِدَارَةِ ، فَإِنَّهُ يُجِيرُ الْجَنْزِيرَ عَلَى الْحَرَكَةِ إِلَى الْأَمَامِ . وَتَتَوَقَّفُ كَمِّيَّةُ الطَّاقَةِ الَّتِي تُنْتَقَلُ مِنَ الْحَرِّكِ إِلَى الْجَنْزِيرِ عَلَى تَغْيِيرَاتِ السَّرْعَةِ وَحَالَةِ الثَّلْجِ وَنَوْعِ الْأَرْضِ . وَيُحَسُّ نَاقِلُ الْحَرَكَةِ الْمُتَغَيِّرِ الْمُسْتَمِرُّ بِهَذِهِ التَّغْيِيرَاتِ وَيَضْبِطُ الْقُدْرَةَ الْمُرْسَلَةَ إِلَى الْجَنْزِيرِ ، فَيَوْفِّرُ رُكُوبًا نَاعِمًا .



كَيْفَ تَعْمَلُ عَرَبَةٌ إطفاءِ الحرائقِ؟

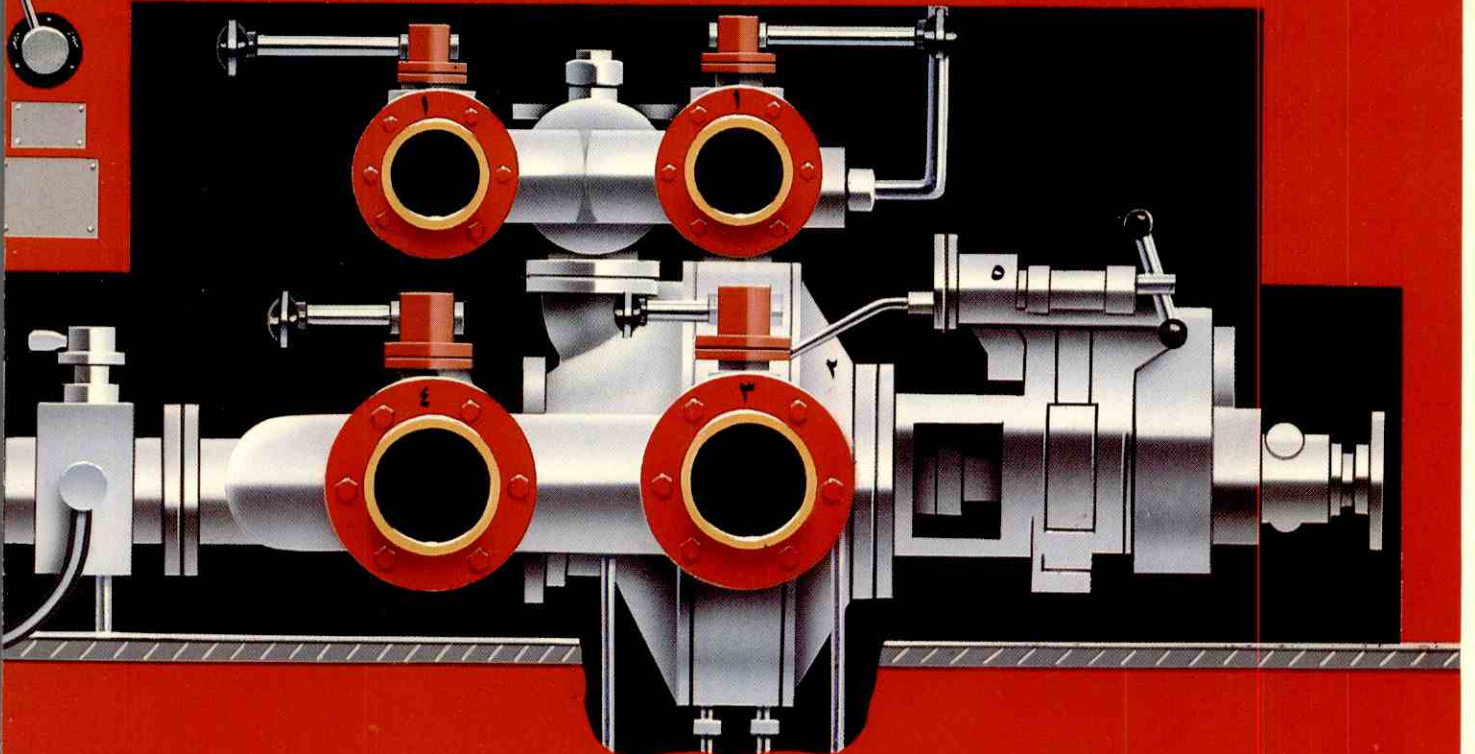
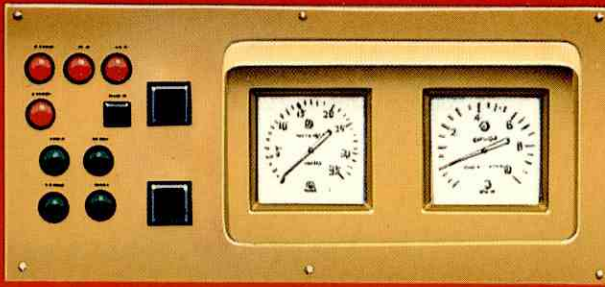


عِنْدَمَا نَسْمَعُ صَفَّارَةَ إِذْذَارٍ ، فَإِنَّا نَشَاهِدُ خِلَالَ ثَوَانٍ عَرَبَاتِ إطفاءِ الحريقِ تَسَابِقُ عَلَى الطَّرِيقِ . وَالْعَرَبَةُ الرَّئِيسِيَّةُ هِيَ عَرَبَةُ صَنْعِ الْمَاءِ (يسار) وَهِيَ مُجَهَّزَةٌ بِمِصْحَاتٍ ثَوَلَدُ تِيَّارَاتٍ قَوِيَّةٍ مِنَ الْمِيَاهِ لِإطفاءِ الحريقِ . وَعِنْدَمَا تَظْهَرُ التِّيَّارُ ، تَسْحَبُ مِصْحَةُ الْمَاءِ مِنَ مَحْبِسِ الحريقِ أَوْ بَرَكَةِ أَوْ نَهْرٍ قَرِيبٍ ، ثُمَّ تُقَوِّمُ مِصْحَةُ ثَانِيَّةٍ بِضَغْطِ الْمِيَاهِ لِتَدْفَعَهَا خِلَالَ خُرطُومٍ بِمَعْدَلٍ ١٠٠٠ جَالُونٍ أَوْ أَكْثَرَ فِي الدَّقِيقَةِ .

وَرَغْمَ أَنَّ الْمَاءَ يُطْفِئُ مُعْظَمَ الحرائقِ ، إِلَّا أَنَّ الْمَاءَ وَحْدَهُ يَكُونُ غَيْرَ فَعَالٍ بَلْ وَخَطَرًا أحيانًا إِذَا أُسْتُخْدِمَ ضِدَّ حَرَّائِقِ أَحْدَثَتْهَا الْكِيمَاوِيَّاتِ أَوْ الْبِتْرُولِ . وَتُسْتُخْدَمُ الْعَرَبَاتُ نَوْعًا خَاصًّا مِنَ الرِّغَوِيَّاتِ لِإطفاءِ هَذِهِ الحَرَّائِقِ ، وَهُوَ مَحْلُوطٌ مِنَ الْمَاءِ وَالْكِيمَاوِيَّاتِ الْمُؤَخَّرَةِ لِلإشتِعَالِ (مقابل علوى) .

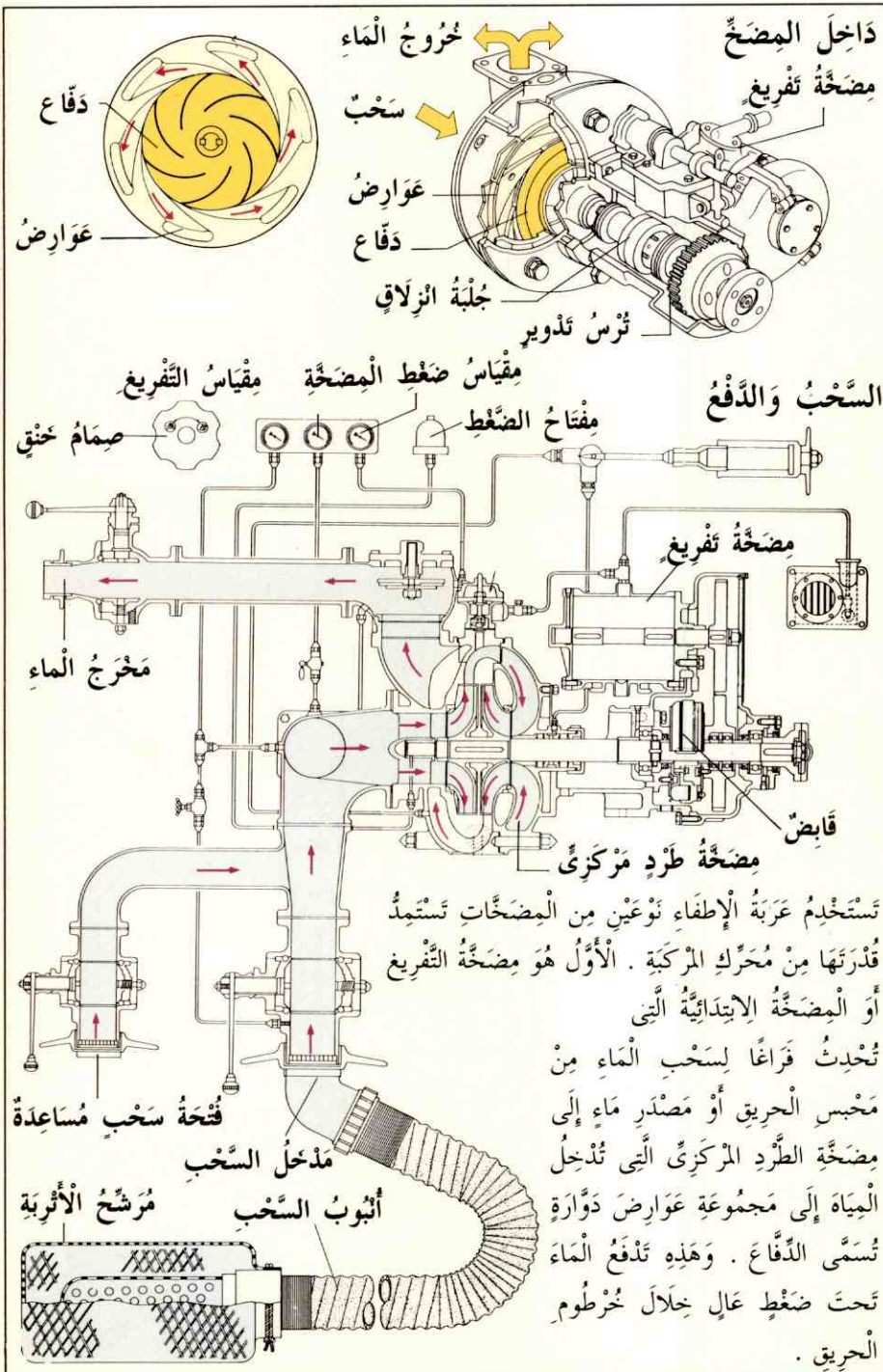
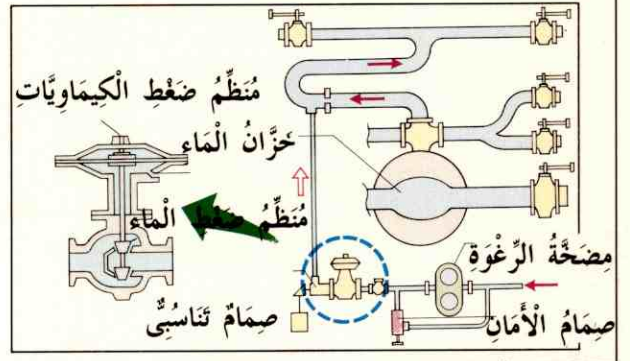
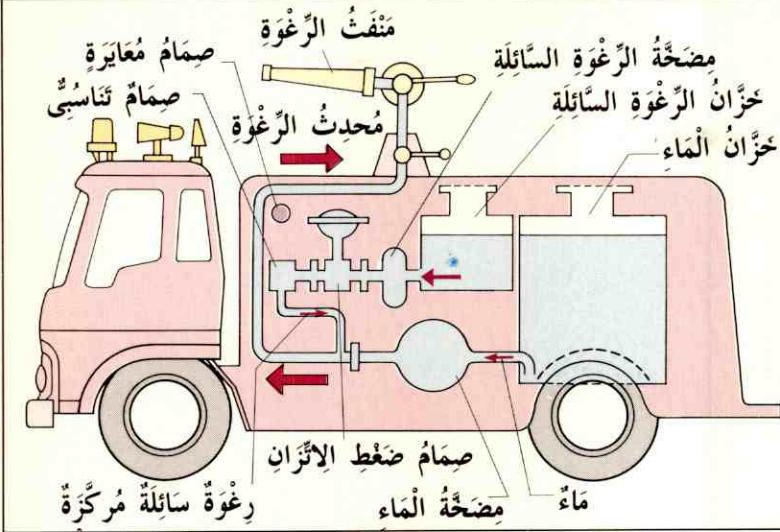
يُمْكِنُ لِعَرَبَةِ الإطفاءِ أَنْ تُطْلَقَ سَيْلًا مِنَ الْمَاءِ لِأَبْعَدَ مِنْ ٣٠٠ قَدَمٍ .

ميكانيكية الصنْع

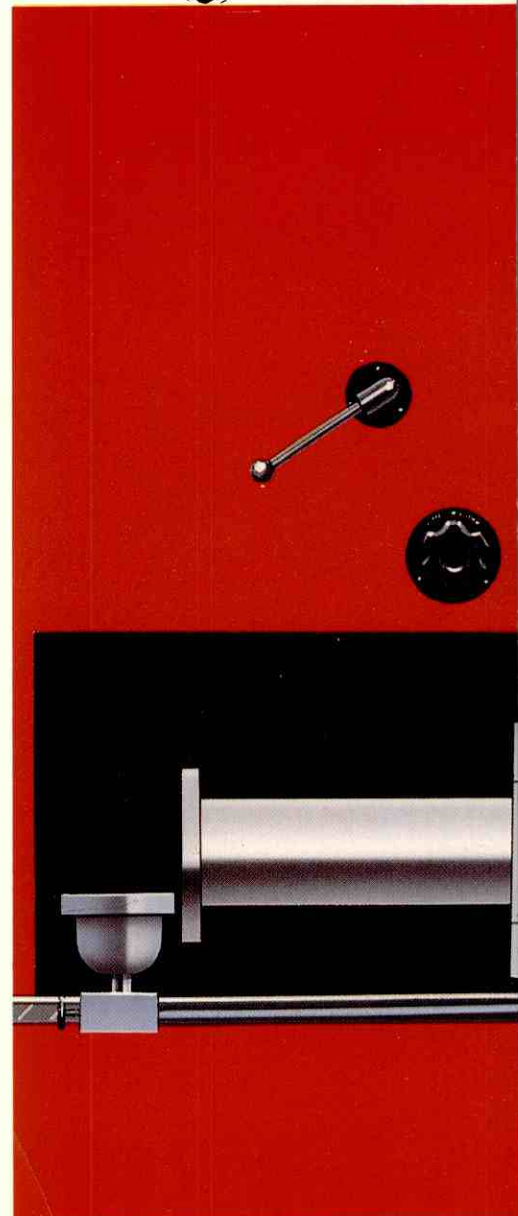


مقاومة الحرائق بالرغويات

مخلوط الماء والكيمائيات المؤخرة للاشتعال يحدث رغوّة كثيفة تُستخدم لتهدئة الحرائق التي لا يمكن مقاومتها بالماء وحده .

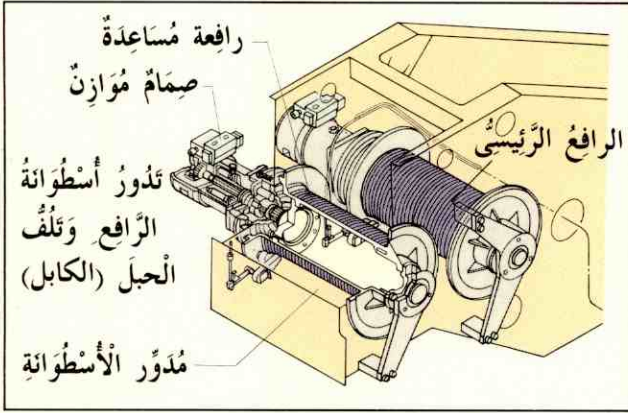


- ١ . فتحة خروج الماء
- ٢ . مضخة طرد مركزي
- ٣ . فتحة السحب
- ٤ . فتحة سحب مساعدة
- ٥ . مضخة تفريغ



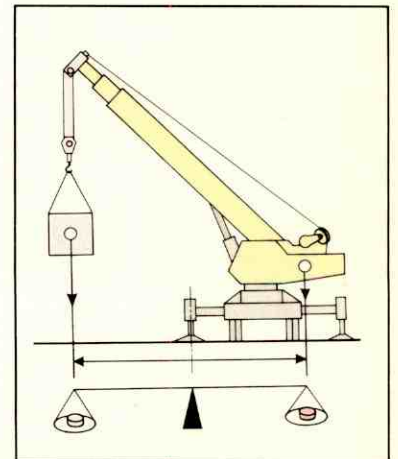
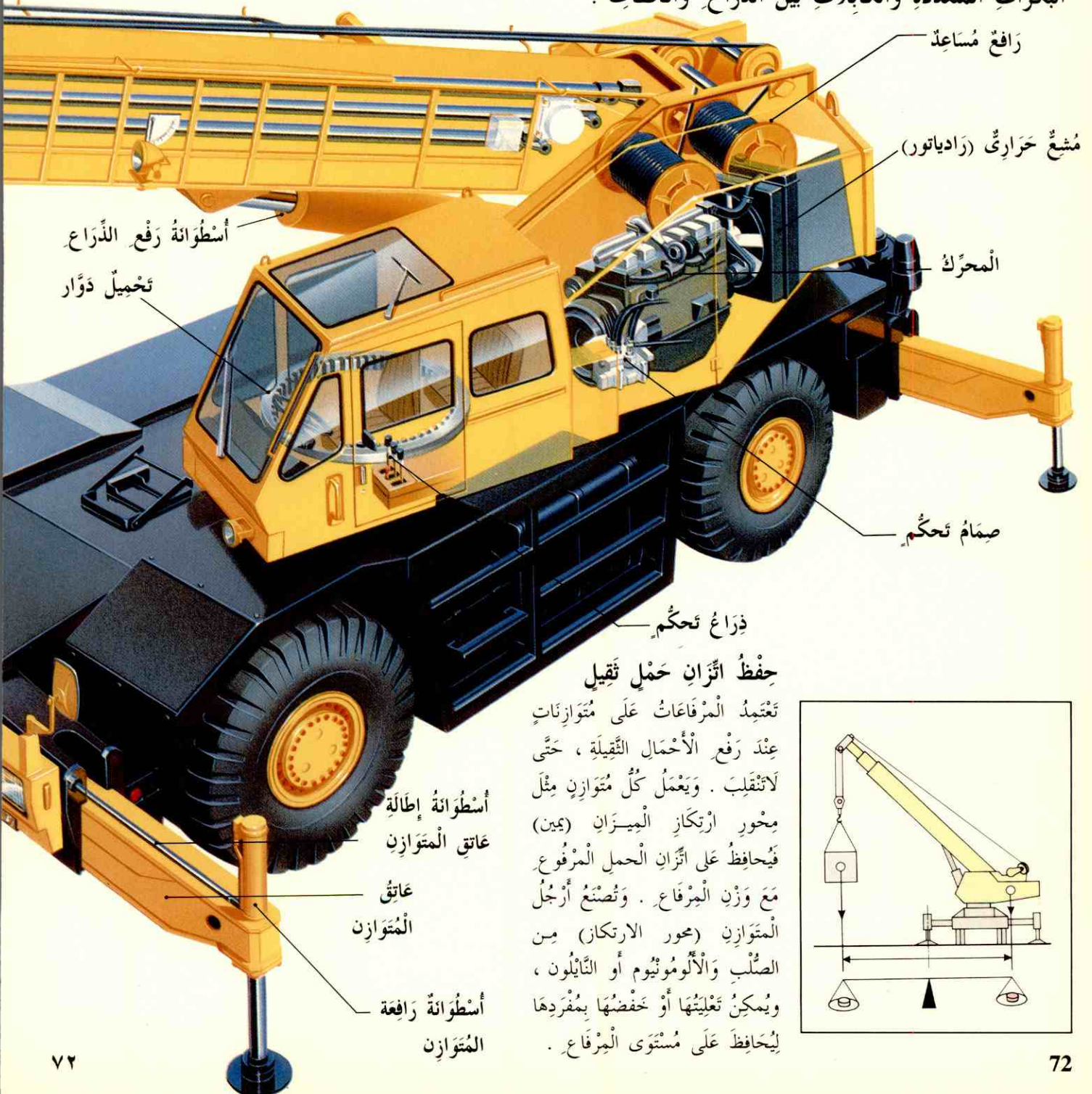
كَيْفَ تَرْفَعُ الْمِرْفَاعَاتُ الْأَحْمَالَ الثَّقِيلَةَ؟

الرافعة



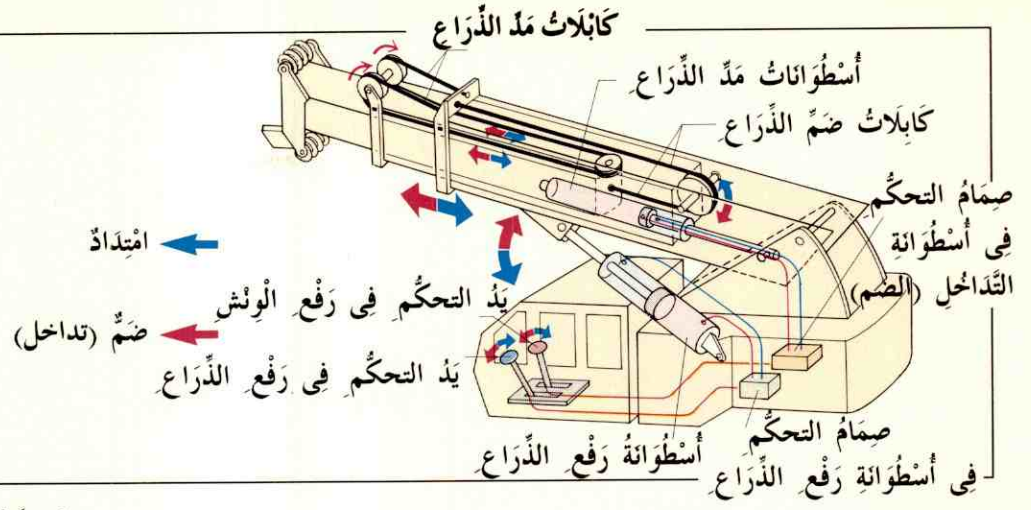
ثُمَّ الْمِرْفَاعَاتُ أَذْرَعُهَا الْقَوِيَّةُ نَحْوَ كُلِّ مَوْقِعٍ لِلْبِنَاءِ . وَالْمِرْفَاعُ الْمُتَحَرِّكُ (أَسْفَلَ) لَهُ ذِرَاعٌ مُتَدَاخِلَةٌ يَتِمُّ التَّحَكُّمُ فِيهَا هَيْدْرُولِيكِيًّا وَيُمْكِنُهَا أَنْ تَمْتَدَّ حَتَّى ١٣٠ قَدَمًا وَتَرْفَعُ ٤٥ طُنًا مِنْ مَوَادِّ الْبِنَاءِ بِسُهُولَةٍ . وَعِنْدَمَا تُضَمُّ الذِّرَاعُ يَصْغُرُ حَجْمُ الْمِرْفَاعِ وَتَسْهَلُ قِيَادَتُهُ مِنْ مَكَانٍ لآخر .

وَيَتَحَكَّمُ وَشُّ (رافعة) فِي الْكَابِلِ الَّذِي يَتَّصِلُ بِهِ حِمْلُ الذِّرَاعِ . وَيَرْتَفِعُ الْحِمْلُ عِنْدَمَا يَلْفُ الْوِشُّ كَابِلَهُ . وَيَقِلُّ الْجُهْدُ الَّذِي يَبْدُلُهُ الْوِشُّ لِرَفْعِ الْحِمْلِ بِفَضْلِ نِظَامٍ مِنَ الْبَكَرَاتِ الْمُتَعَدِّدَةِ وَالْكَابِلَاتِ بَيْنَ الذِّرَاعِ وَالْخُطَافِ .



حَفْضُ الذَّرَاعِ

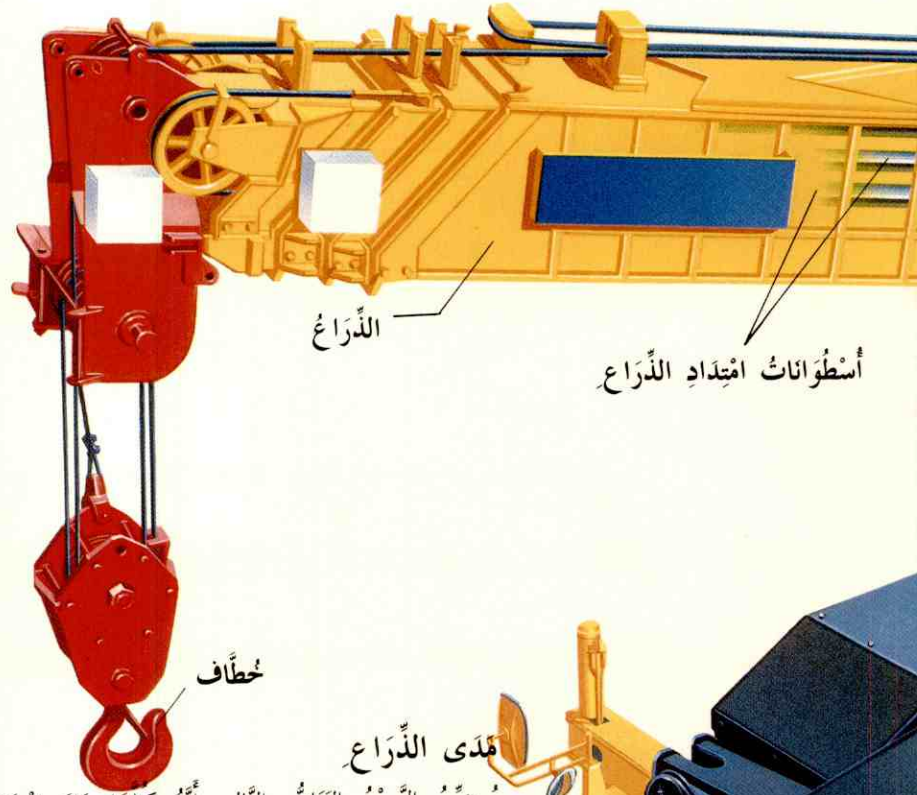
يَتَحَكَّمُ فِي حَرَكَةِ ذَّرَاعِ الْمُرْفَاعِ زَوْجٌ مِنَ الْأُسْطُوَانَاتِ الْهَيْدْرُولِيكِيَّةِ . تَدْفَعُ أُسْطُوَانَةٌ مِنْهُمَا الذَّرَاعَ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَلَ ، بَيْنَمَا تُنَمِّدُ الْأُخْرَى الذَّرَاعَ وَتَضْمُمُهَا .



الْخَطَافُ وَالْكَابِلُ وَالْبَكْرَةُ

يَقِلُّ الْمَجْهُودُ اللَّازِمُ لِرَفْعِ الْأَجْسَامِ ، بِزِيَادَةِ عَدَدِ الْكَابِلَاتِ وَالْبَكْرَاتِ .

جِسْمُ خَطَافٍ فَتَّةُ ٢٠ طُنًا	
سَلْكُ زُبَاعِي الْمَسَارِ	سَلْكُ خُمَاسِي الْمَسَارِ
جِسْمُ خَطَافٍ فَتَّةُ ٤٥ طُنًا	
سَلْكُ سَبَاعِي الْمَسَارِ	سَلْكُ ذُو ١١ مَسَارًا

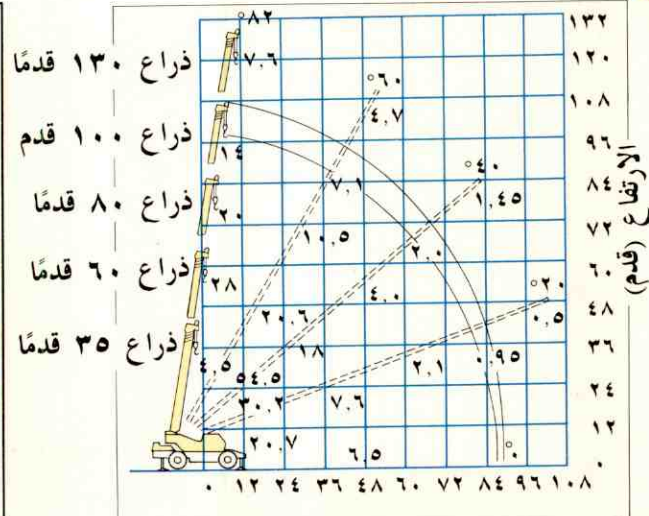


مُرَاقِبَةُ الْمُرْفَاعِ

بِالْمُرْفَاعِ حَاسِبَاتٌ آلِيَّةٌ تُرَاقِبُهُ ، وَتُصَوِّرُ الْحَمْلَ ، وَزَاوِيَةَ الذَّرَاعِ ، وَطَوْلَ الذَّرَاعِ وَزَاوِيَةَ مَيْلِ الْمُرْفَاعِ ، وَأَحْيَانًا سُرْعَةَ الرِّيحِ أَيْضًا .

مَدَى الذَّرَاعِ

يُوضِّحُ الرَّسْمُ الْبَيَانِيُّ التَّالِي أَنَّهُ كُلَّمَا زَادَ امْتِدَادُ الذَّرَاعِ أَفْقِيًّا ، كُلَّمَا قَلَّ وَزْنُ الْحَمْلِ الَّذِي يُمَكِّنُ رَفْعَهُ دُونَ أَنْ يَنْقَلِبَ الْمُرْفَاعُ .



مَاذَا يَفْعَلُ دَحْرَاجُ التَّسْوِيَةِ (وَابورُ الزَّلْطِ) ؟

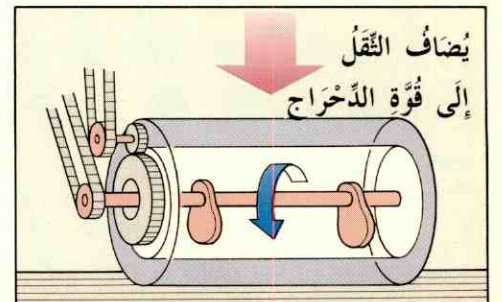
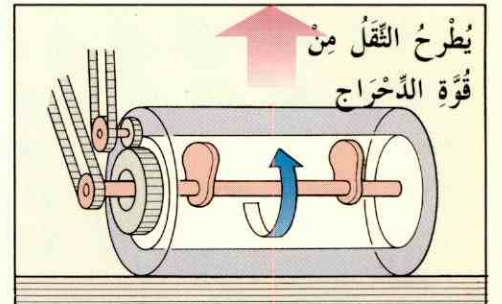
البراميل ببطءٍ ، فَإِنَّ الرِّيتَ الْمَضْغُوطَ هَيْدُرُولِيكِيًّا مِنْ مَضْحَجَةٍ مُرَكَّبَةٍ عَلَى الْمَحْرَكِ يَجْعَلُ مَحَوْرِي الْبَرَمِلَيْنِ يَدُورَانِ بِسُرْعَةٍ ، فَتَدُورُ الْأَثْقَالُ الْمُتَّصِلَةُ بِهَا حَوْلًا ٤٠٠٠ مَرَّةً فِي الدَّقِيقَةِ جَاعِلَةً مُعْظَمَ الْوِزْنِ مُرَكَّزًا عَلَى أَحَدِ جَانِبِي الْمَحَوْرِ ، وَهَذَا يُسَبِّبُ اهْتِرَازَ الْبَرَمِلَيْنِ وَهَذِهِ الْاهْتِرَازَاتُ تُسَاعِدُ عَلَى تَكْثِيفِ تَجْمُوعِ طَبَقَاتِ الصُّخُورِ وَالْحَصَى وَالْأَسْفَلَتِ أَكْثَرَ مِمَّا تَفْعَلُ الدَّحْرَاجَاتُ التَّقْلِيدِيَّةُ الْقَدِيمَةُ .

دَحْرَاجُ التَّسْوِيَةِ هُوَ مَرَكَبَةٌ عَالِيَةُ التَّخْصُّصِ تُسْتَخْدَمُ أَساسًا لِرَصْفِ الطَّرِيقِ . وَتَتَحَرَّكُ الْمَرَكَبَةُ عَلَى بَرَمِلَيْنِ مِنَ الصُّلْبِ ، بَدَلًا مِنَ الْعَجَلَاتِ أَوْ الْجَنَازِيرِ . وَيُولَدُ هَذَانِ الْبَرَمِلَانِ ضَعْفًا ثَقِيلًا عَلَى الْأَرْضِ ، فَتَدْخُلُ التُّرْبَةُ عَلَى شَكْلِ سَطْحٍ مُسْتَوٍ نَاعِمٍ . وَيُسْتَخْدَمُ الدَّحْرَاجُ فِي الْمَرَاكِحِ الثَّلَاثِ لِتَشْيِيدِ الطَّرِيقِ : فِيهِ الْبِدَايَةُ يَدُكُ طَبَقَةً مِنَ الصُّخُورِ الْمَجْرُوشَةِ ، ثُمَّ طَبَقَةً مِنْ حَصَى أَنْعَمَ ، ثُمَّ يَدُكُ فِي النِّهَائَةِ الطَّبَقَةَ الْعُلْوِيَّةَ وَهِيَ مَحْلُوطٌ مِنَ الْأَسْفَلِ وَالْحِجَارَةِ وَالرَّمْلِ .

وَهُنَاكَ نَوْعٌ آخَرُ حَدِيثٍ هُوَ الدَّحْرَاجُ الْهَزَّازُ (أَسْفَل) . وَالْأَسَاسُ أَنْ يَقُومَ الدَّحْرَاجُ بِتَسْوِيَةِ طَبَقَاتِ الطَّرِيقِ بِتَأْثِيرِ وَزْنِهِ الْكَبِيرِ . وَلَكِنَّ الدَّحْرَاجَ الْهَزَّازَ يَسْتَفِيدُ بِمَهَارَةٍ مِنَ الْأَثْقَالِ الْمُتَّصِلَةِ بِالْمَحَاوِرِ دَاخِلِ الْبَرَامِيلِ . فَعِنْدَمَا تَدُورُ

اهْتِرَازَاتٌ جَيِّدَةٌ

عِنْدَمَا تَتَذَبَذَبُ الْأَثْقَالُ الدَّائِرَةُ إِلَى أَعْلَى ، فَإِنَّهَا تُطْرَحُ مِنْ قُوَّةِ الضَّغْطِ عَلَى الْأَرْضِ . وَعِنْدَمَا تَتَذَبَذَبُ إِلَى أَسْفَلٍ فَإِنَّهَا تُضَافُ إِلَى قُوَّةِ الضَّغْطِ عَلَى الْأَرْضِ . وَهَذَا التَّغْيِيرُ السَّرِيعُ فِي الْقُوَّةِ الْمُؤَثِّرَةِ عَلَى الْأَرْضِ يُسَبِّبُ اهْتِرَازًا .

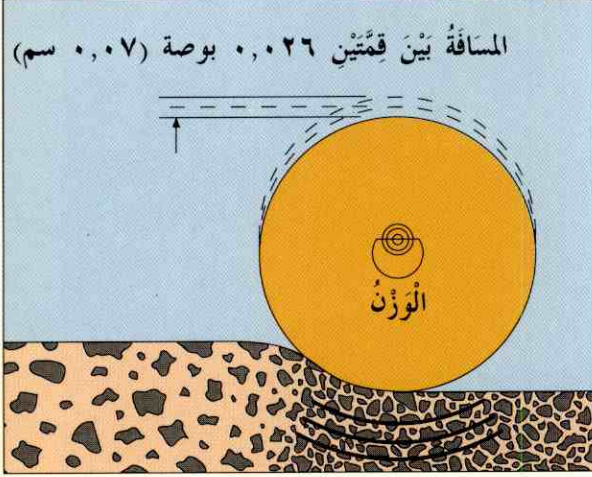


مِنْقُطُ رَشِّ الدَّحْرَاجِ بِالْمَاءِ لِمَنْعِ الْأَسْفَلَتِ مِنَ الْإِلْتِصَاقِ بِهَا .

مِيكَانِيكِيَّةُ الْاهْتِرَازِ

الْبَرَمِيلُ الْخَلْفِيُّ

اهتزاز الوصلات



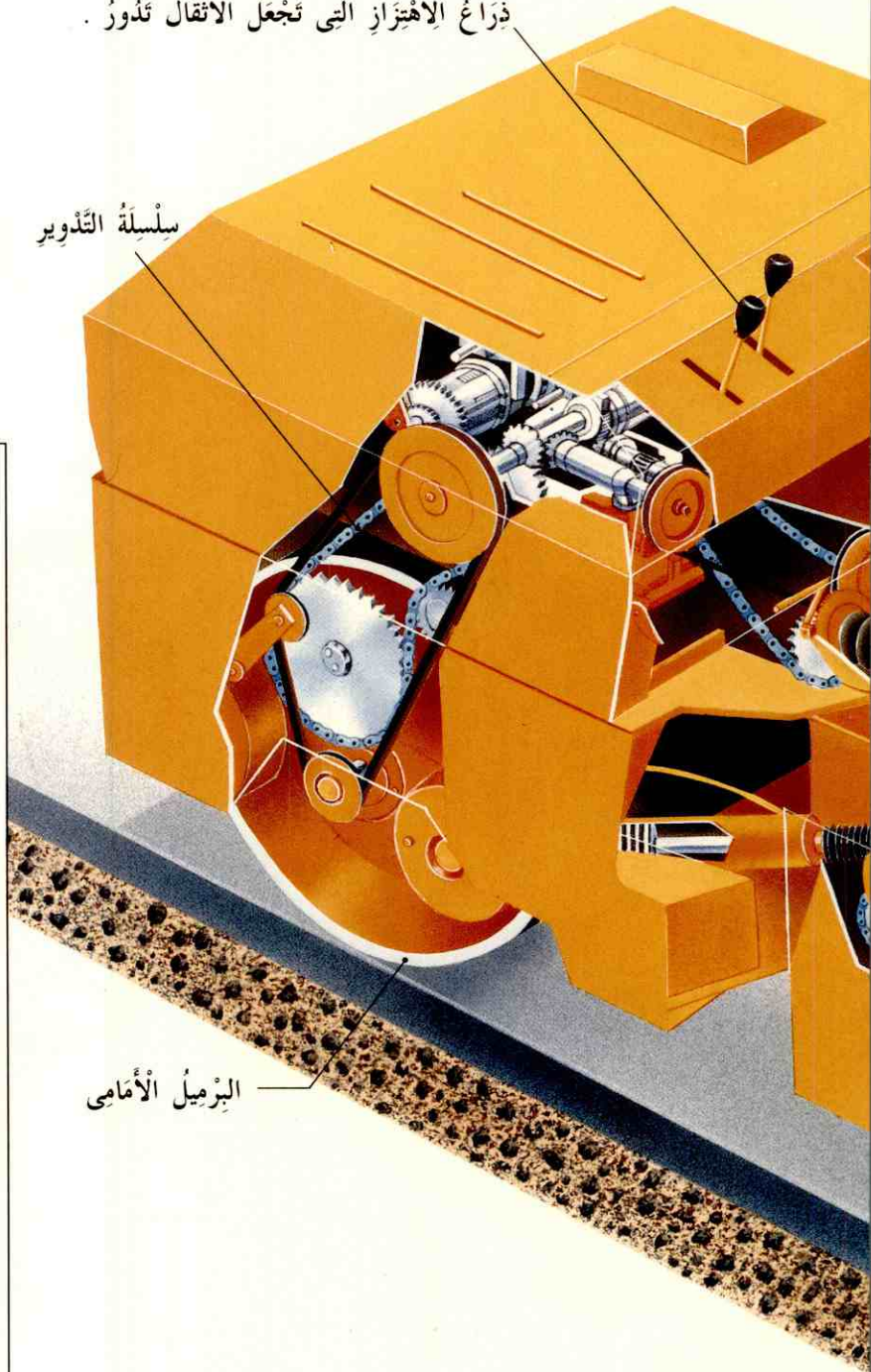
يدور الثقل المتصل بمحور كل برميل بسرعة ثابتة هي ٤٠٠٠ دَبْدَبَة في الدَقِيقَة ، وَأثناء دَوْرَانِه يَرْفَعُ البَرْمِيلُ وَيُخَفِّضُهُ ، وَيَنْتُجُ عَنْهُ قُوَّة طَارِدَة مَرَكِزِيَّة قَدْرُهَا ٧٥٠٠ رِطْلٍ تُؤَثِّرُ إِلَى أَسْفَلٍ عَلَى سَطْحِ الطَّرِيقِ . وَيُحْدِثُ البَرْمِيلُ الأَمَامِي التَّصَادُمَ الإِبْتِدَائِيَّ وَيَتْبَعُهَا البَرْمِيلُ الخَلْفِي فِي مَسَارِهَا لِتُزِيدَ تَمَاسُكُ السَّطْحِ .



الدَّحْرَاجُ الهَزَّازُ يَجْعَلُ سَطْحَ الطَّرِيقِ الجَدِيدِ أَكْثَرَ تَمَاسُكًا

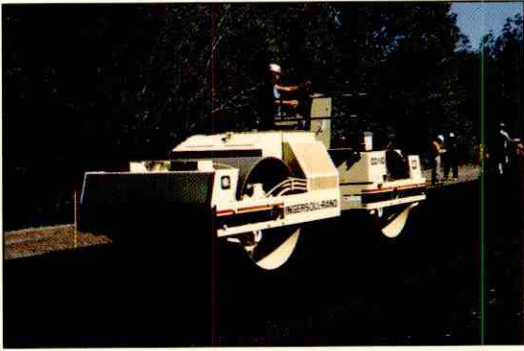
ذِرَاعُ الإِهْتِزَازِ الَّتِي تَجْعَلُ الأَثْقَالَ تَدُورُ .

سِلْسِلَةُ التَّدْوِيرِ



البَرْمِيلُ الأَمَامِي

أنواع من دحراجات التسوية



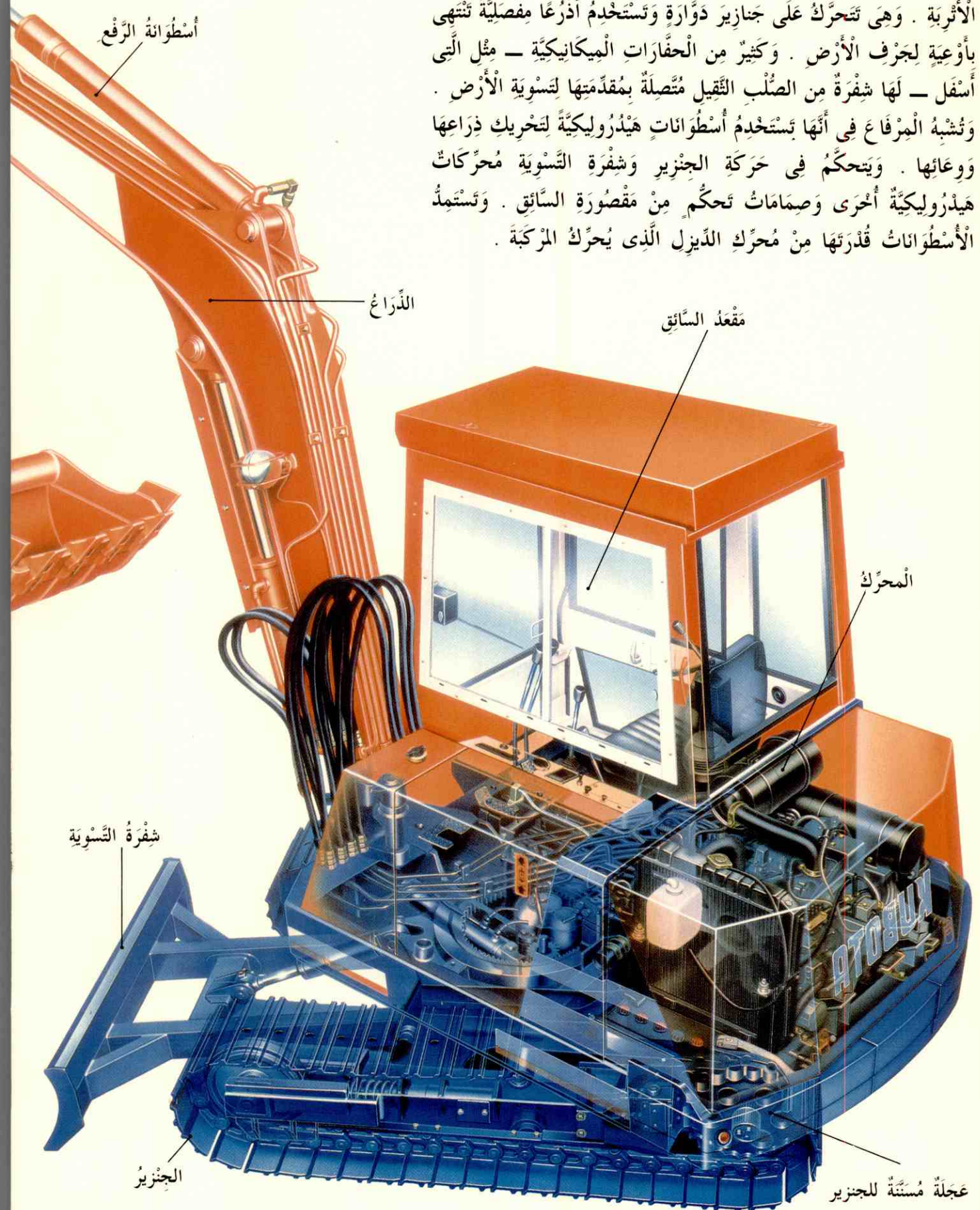
دَحْرَاجُ تَسْوِيَةِ الطَّرِيقِ غَيْرُ هَزَّازٍ وَيُسْتَعْمَدُ وَزْنُهُ الكَبِيرُ لِتَسْوِيَةِ السُّطُوحِ .



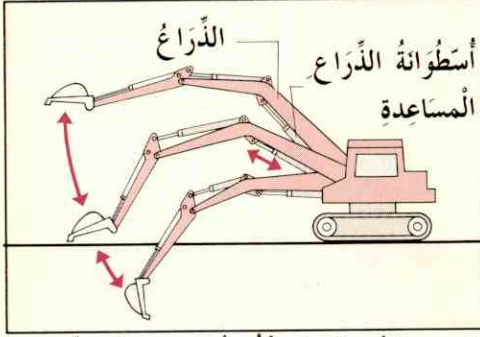
الدَّحْرَاجُ المَطَاطِيُّ هُوَ دَحْرَاجٌ خَاصٌّ يُسْتَعْمَدُ صُفُوفًا مِنْ قِطْعِ المَطَاطِ الصَّلْدَةِ عَلَى الأسْطُوَانَةِ .

مَا هِيَ الْحَفَّارَةُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ (الْمَجْرَفَةُ الْآلِيَّةُ) ؟

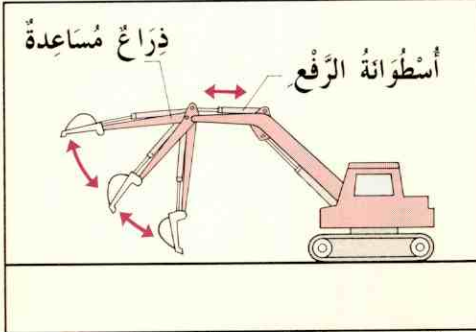
الْحَفَّارَةُ الْمِيكَانِيكِيَّةُ هِيَ مَرْكَبَةٌ صُمِّمَتْ لِلْحَفْرِ وَالرَّفْعِ وَالتَّخْلُصِ مِنَ الْأَثَرِيَّةِ . وَهِيَ تَتَحَرَّكُ عَلَى جَنَازِيرِ دَوَّارَةٍ وَتُسْتَعْمَلُ أَذْرُعًا مَفْصَلِيَّةً تَنْتَهِي بِأَوْعِيَةٍ لِحَفْرِ الْأَرْضِ . وَكَثِيرٌ مِنَ الْحَفَّارَاتِ الْمِيكَانِيكِيَّةِ — مِثْلَ الَّتِي أَسْفَلَ — لَهَا شِفْرَةٌ مِنَ الصُّلْبِ الثَّقِيلِ مُتَّصِلَةٌ بِمَقْدَمَتِهَا لِتَسْوِيَةِ الْأَرْضِ . وَتُشَبِّهُ الْمَرْفَاعَ فِي أَنَّهَا بَسْتَعْمَلُ أَسْطُوَانَاتِ هَيْدْرُولِيكِيَّةٍ لِتَحْرِيكِ ذِرَاعِهَا وَوَعَائِهَا . وَيَتَحَكَّمُ فِي حَرَكَةِ الْجَنَازِيرِ وَشِفْرَةِ التَّسْوِيَةِ مُحَرِّكَاتٌ هَيْدْرُولِيكِيَّةٌ أُخْرَى وَصِمَامَاتُ تَحَكُّمٍ مِنْ مَقْصُورَةِ السَّائِقِ . وَتُسْتَعْمَلُ الْأَسْطُوَانَاتُ قُدْرَتُهَا مِنْ مُحَرِّكِ الدَّيْزِلِ الَّتِي يُحَرِّكُ الْمَرْكَبَةَ .



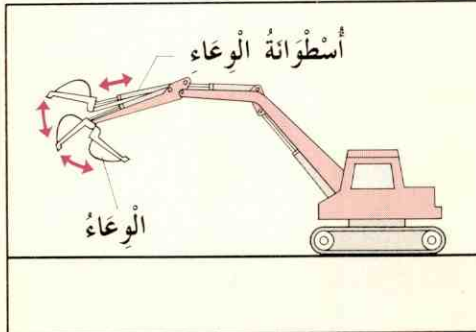
ثني الذراع



عندما يمتد كباس الأسطوانة ترتفع الذراع، وعندما يسحب تنخفض الذراع.

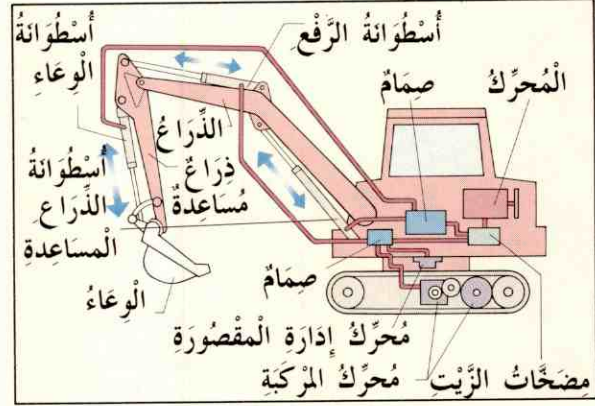


يتحكم كباس أسطوانة الذراع المساعدة في حركة الذراع المساعدة.



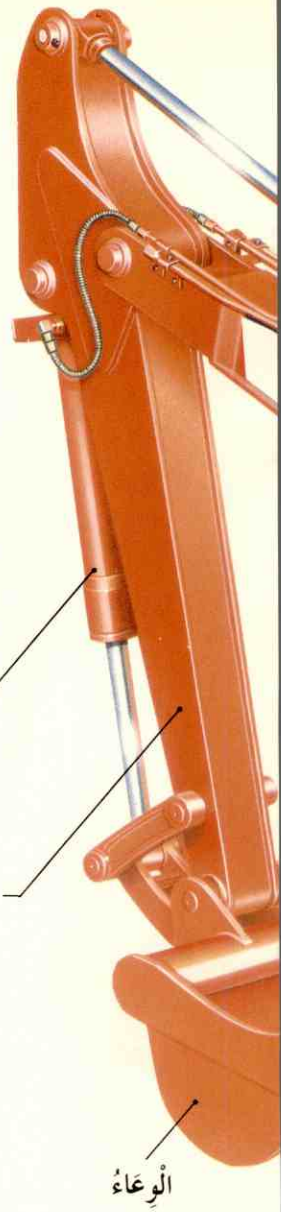
يتحرك الوعاء إلى الداخل أو الخارج عندما يمتد كباس أسطوانتيه أو يسحب.

كيف تعمل الحفارة الميكانيكية؟
عند تشغيل المحرك، فإنه ينشط المضخات التي تدفع الزيت في الأسطوانات الهيدروليكية فتتمدد ذراع الحفارة ويتحكم السائق في حركة الشفرة والوعاء بواسطة مقابض في المقصورة.



أسطوانة الوعاء

ذراع مساعدة



في المحاجر، تحرك الحفارة الميكانيكية الصخور والكتل بسهولة.

أنواع أخرى من الحفارات الميكانيكية



جراف الأرض يجرف الأتربة بشفرة مركبة تحت مقطورة ثم يفرغ حملة بعيداً.



المقلبة (البولدوزر) تكشط وتسوي مواقع الرصف بشفرتها الأمامية.

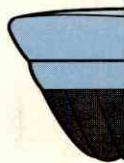
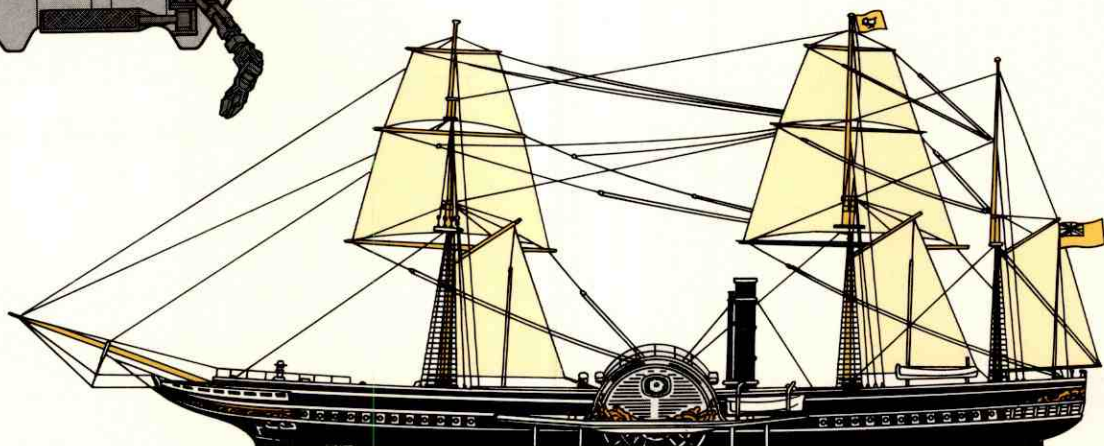
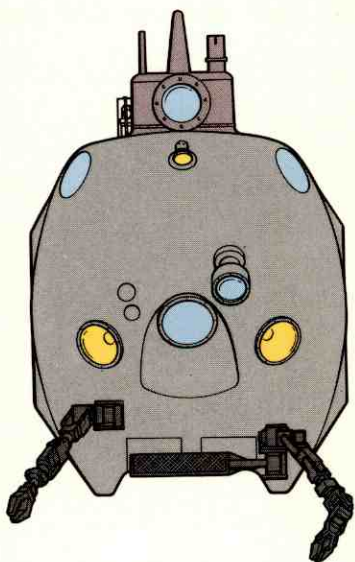
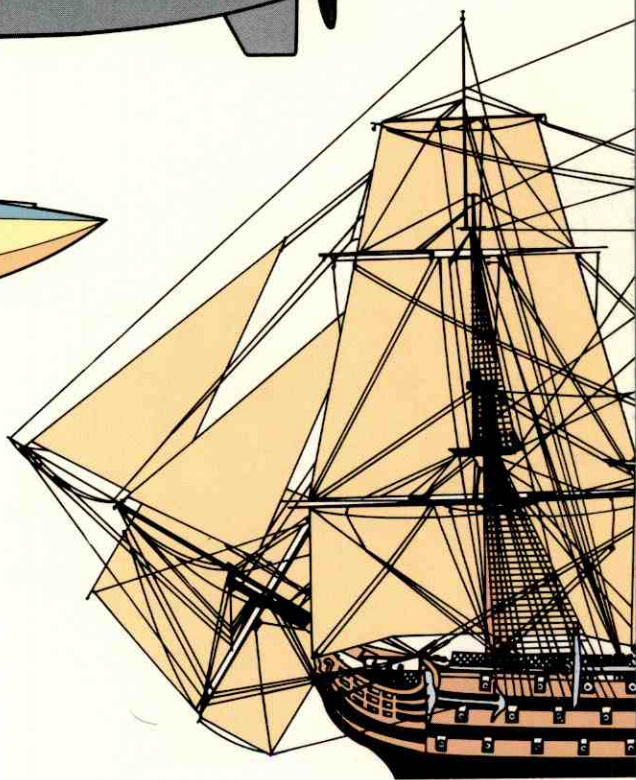
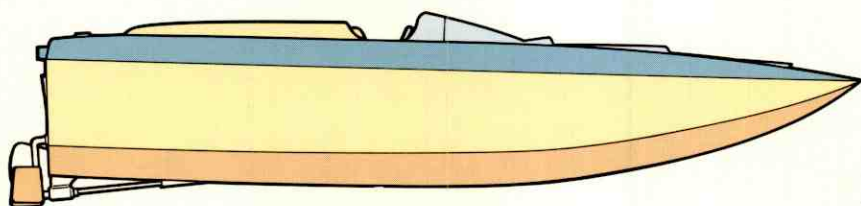
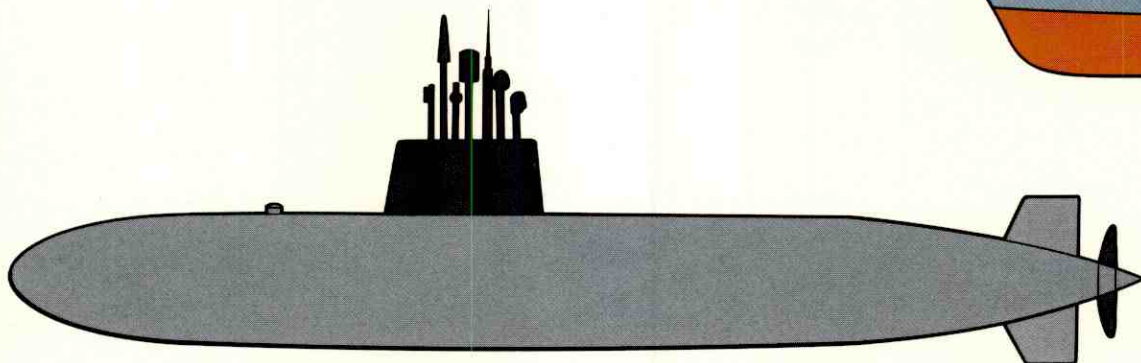
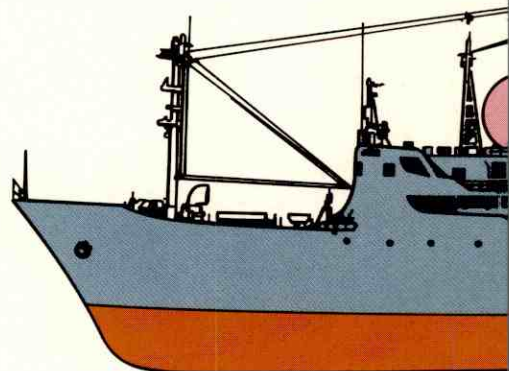
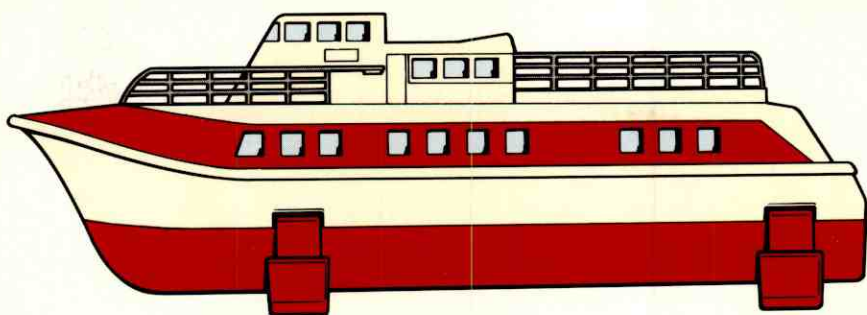


يستخدم المحمل (اللودر) وعاء كبيراً يمكن إمالاته بأي زاوية للتحميل والتفريغ.

4 من الشراع إلى الأعماق

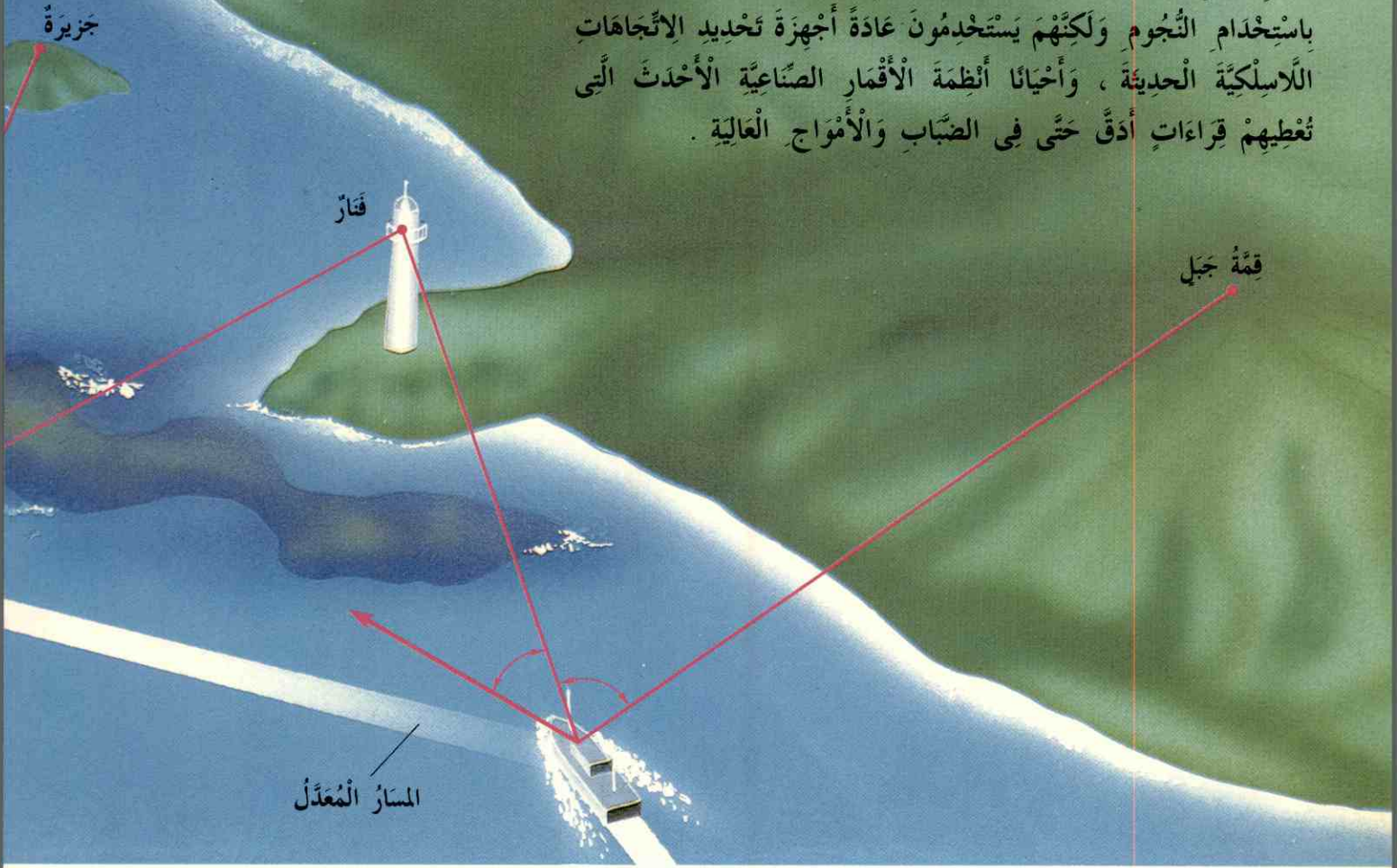
رَبَّمَا يَكُونُ الْإِنْسَانُ قَدْ تَجَوَّلَ قَدِيمًا فِي الْبَحْرِ مُحَدِّدًا رِحَالَهُ إِلَى الشَّوْاطِئِ الْقَرِيبَةِ . وَلَكِنْ مَعَ مُرُورِ الْوَقْتِ ، وَتَقَدُّمِ الْعُلُومِ ، وَازْدِيَادِ الْمَعْرِفَةِ عَنِ الرِّيحِ وَالْتِيَّارَاتِ الْمَائِيَّةِ وَالْعَوَاصِفِ ، بَدَأَ الْبَحَّارَةُ رِحَالَهُمِ الطَّمُوحَةَ عَبْرَ الْمُحِيطَاتِ مُهْتَدِينَ بِالتَّجُومِ . وَحَدَّثَ تَطَوُّرٌ مُذْهَلٌ فِي الْمِلَاحَةِ حَوْلَ الْعَالَمِ خِلَالَ الْقَرْنَيْنِ الْمِيلَادِيَّيْنِ ١٥ ، ١٦ ، عِنْدَمَا مَدَّ الْمُسْتَكْشِفُونَ وَالتَّجَارُ الْأُورُوبِيُّونَ رِحَالَهُمْ حَوْلَ الْعَالَمِ ، وَبِمُسَاعَدَةِ بَعْضِ الْأَدَوَاتِ مِثْلِ الْأَسْطُرْلَابِ وَالْبُوصَلَةِ . وَقَدْ سَاهَمَ هَؤُلَاءِ الرَّحَالَةُ فِي ظُهُورِ الْعَصْرِ الذَّهَبِيِّ لِلسُّفُنِ الشَّرَاعِيَّةِ ، الَّتِي سَعَتْ فِيهِ الدُّوَلُ الْبَاحِثَةُ عَنِ الثَّرْوَةِ وَالْقُوَّةِ إِلَى السَّيْطَرَةِ عَلَى الْبَحَارِ . وَتَمَّ اسْتِبْدَالُ الْأَشْرَعَةِ بِالْمُحَرِّكَاتِ مَعَ نِهَايَةِ الْقَرْنِ التَّاسِعِ عَشَرَ . وَكَانَتْ أَوَّلُ سَفِينَةٍ تِجَارِيَّةٍ نَاجِحَةٍ بِمُحَرِّكِ هِيَ كَلِيرِ مُوْتِ الْبُخَارِيَّةُ الَّتِي رَحَلَتْ مِنْ نِيُويُورْكَ عَامَ ١٨٠٧ إِلَى أَعَالَى نَهْرِ هِدِسُونِ . وَبِمُضِيِّ الْوَقْتِ اسْتَبْدَلَ الْبَحَّارُ بِالزَّيْتِ . وَتَكَتَسَبُ بَعْضُ السُّفُنِ الْحَرَبِيَّةِ الْآنَ قُدْرَتُهَا بِوَاسِطَةِ الْإِنْشِطَارِ النَّوَوِيِّ ، وَهِيَ نَفْسُ نَوْعِ الطَّاقَةِ الْمُسْتَحْدَمَةِ فِي بَعْضِ مَحَطَّاتِ الْقُوَى الْكَهْرَبِيَّةِ . وَتَحَوَّلَ الْبَحَّارَةُ الْمَعَاصِرُونَ إِلَى رِجَالِ تَقْنِيَّةٍ مُتَقَدِّمِينَ يَعْتَمِدُونَ عَلَى الرَّادِيُو وَالرَّادَارِ وَالسُّونَارِ وَاللَّيْزَرِ لِيَقُودُوا بِأَمَانٍ كُلَّ سَفِينَةٍ مِنْ زَوَارِقِ السَّحْبِ إِلَى نَاقِلَاتِ الْبَتْرُولِ الْعَمَلَاةِ . وَيَطْمَحُ الْعُلَمَاءُ إِلَى التَّوَصُّلِ لِسُفُنٍ تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ وَكَفَاءَةٍ أَعْظَمَ .

خَاضَتْ الْبَحَارُ أَنْوَاعَ مُتَعَدِّدَةٍ مِنَ الْمَرْكَبَاتِ مِنْهَا (ضِدَّ عَقْرِ السَّاعَةِ مِنَ الطَّرَفِ الْبَعِيدِ) : الْحَوَامَةُ ، الْقَلْبَرِ ، الطَّرَادَةُ الْحَرَبِيَّةُ ، السُّفُنُ الْمَائِيَّةُ الرَّافِعَةُ (الطيران المائي) الْعَوَاصِثُ ، الْقَوَارِبُ الْبُخَارِيَّةُ ، غَوَاصَاتُ الْأَعْمَاقِ السَّحِيقَةِ ، السُّفُنُ الْبُخَارِيَّةُ .

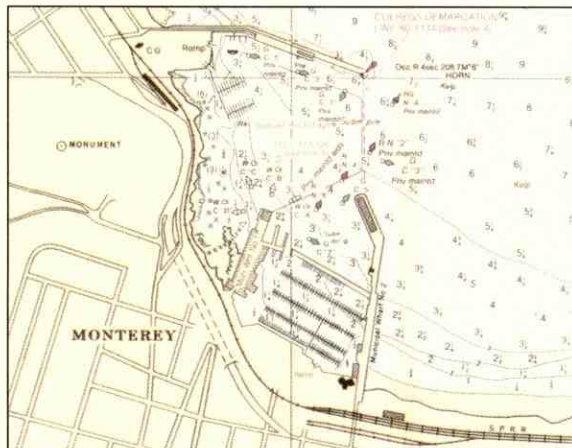


كَيْفَ تَسْتَطِيعُ السُّفُنُ الْمِلَاحَةَ ؟

يَعْتَمِدُ الْبَحَّارَةُ عَلَى عَدَدٍ مِنَ الْأَدَوَاتِ الْمُخْتَلَفَةِ لِتَحْدِيدِ مَوْقِعِ السَّفِينَةِ فِي غُرْضِ الْبَحْرِ ، مِنْهَا الْبُوصَلَاتُ الدَّوَّارَةُ الْجِيرُوسُكُوبِيَّةُ ، وَعَدَّادَاتُ السَّرْعَةِ ، وَالْخَرَائِطُ ، وَمُصَوِّنَاتُ الْأَعْمَاقِ . وَالْبَحَّارُ الْقَرِيبُ مِنَ الشَّاطِئِ يُحَدِّدُ طَرِيقَهُ بِاسْتِخْدَامِ خَرَائِطٍ مِلَاحِيَّةٍ تَفْصِيلِيَّةٍ . ثُمَّ يَر_اقِبُ أَعْمَاقَ قَاعِ الْبَحْرِ ، وَالْحَرَكَةَ الْأَمَامِيَّةَ وَاتِّجَاهَ الْبُوصَلَةِ ، وَيُضِيفُ إِلَيْهَا تَأْثِيرَاتِ الْمَدِّ وَالْجُزْرِ وَالتَّيَّارَاتِ الْبَحْرِيَّةِ ، ثُمَّ يَمْسَحُ الشَّاطِئَ بَحْثًا عَنْ مَلَامِحٍ مُمَيَّزَةٍ يَأْخُذُ مِنْهَا زَوَايَا اتِّجَاهَاتِهِ . وَطَبَقًا لِهَذِهِ الْبَيِّنَاتِ دَائِمَةً التَّغْيِيرُ ، فَإِنَّ الْبَحَّارَ يُعَدِّلُ طَرِيقَهُ (الرَّسْم) . وَقَدْ يُنْحَرُ بَعْضُ الْبَحَّارَةِ بِاسْتِخْدَامِ النُّجُومِ وَلَكِنَّهُمْ يَسْتَخْدِمُونَ عَادَةً أَجْهَرَةً تُحْدِدُ اتِّجَاهَاتِ الْإِتِّجَاهَاتِ اللَّاسِلِكِيَّةِ الْحَدِيثَةِ ، وَأَخْيَانًا أَنْظِمَةُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الْأَحْدَثِ الَّتِي تُعْطِيهِمْ قِرَاءَاتٍ أَدَقَّ حَتَّى فِي الصَّبَابِ وَالْأَمْوَاجِ الْعَالِيَةِ .

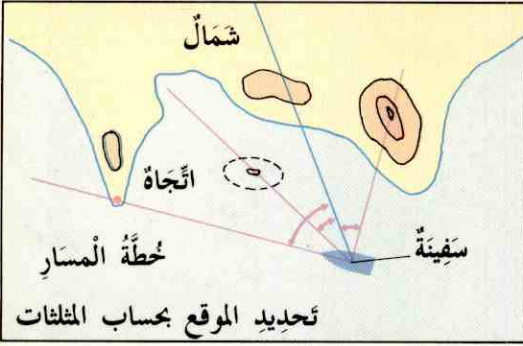


تُكْشِفُ الْخَرَائِطُ عُمَقَ الْمَاءِ ، وَالْعَلَامَاتِ الْمِلَاحِيَّةِ الْمُسَاعِدَةِ ، وَالْعَوَائِقَ مِثْلَ حُطَامِ السُّفُنِ أَوْ الشَّعَابِ الْمَرْجَانِيَّةِ أَوْ الصُّخُورِ الْعَارِقَةِ . وَتُظْهِرُ هُنَا خَرِيطَةً لِحَلِيجِ مُونْتَرِي بِكَاليفُورْنِيَا .



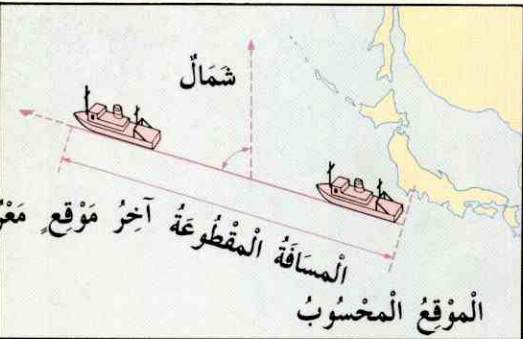
تُرْشِدُ الْبُوصَلَةُ الدَّوَّارَةُ الْجِيرُوسُكُوبِيَّةُ السَّفِينَةَ إِلَى الشَّمَالِ الْجُغَرَفِيِّ الْحَقِيقِيِّ . وَتُؤْخَذُ زَوَايَا الْإِتِّجَاهَاتِ بِالنَّظَرِ إِلَى التَّدْرِيجِ .

تَحْدِيدُ الْمَوْقِعِ



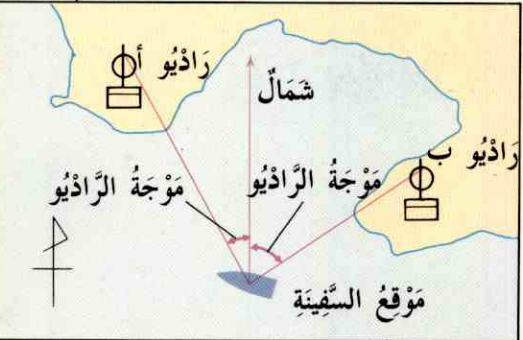
يَرَسُمُ الْمَلَّاحُ حُطَّةَ الْمَسَارِ عَلَى خَرِيطَةٍ . ثُمَّ يُرَاقِبُ
خَطِّي اتِّجَاهِهِ يَتَقَاطَعَانِ عِنْدَ الْمَوْقِعِ التَّقْرِيبِيِّ لِلسَّفِينَةِ .

تَحْطِيطُ الْمَوْقِعِ التَّقْدِيرِيِّ

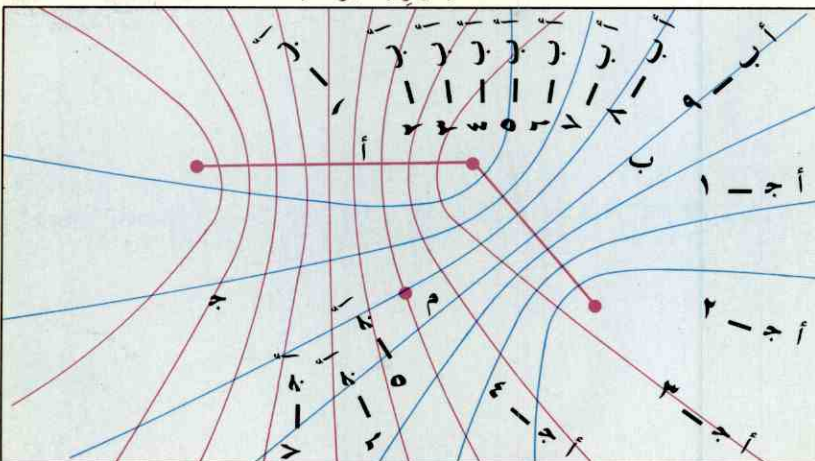


يُمْكِنُ تَحْدِيدُ مَوْقِعٍ تَقْدِيرِيٍّ لِلسَّفِينَةِ بِحِسَابِ السَّرْعَةِ
وَزَمَنِ الرَّحْلَةِ ثُمَّ وَضَعَ عِلَامَةً عَلَى حُطَّةِ الْمَسَارِ طَبَقًا
لِلتَّقَدُّمِ الْمَتَوَقَّعِ .

رُسُو السَّفِينَةِ بِالرَّادِيُو



تُحَوَّلُ مُعَيِّنَاتُ الْإِتِّجَاهِ الْأَسْلِكِيَّةِ (الرَّادِيُوِيَّةِ) الْمُتَقَدِّمَةُ
إِلَى إشاراتٍ مِنْ فَنَازَاتٍ عَلَى طُولِ الشَّاطِئِ إِلَى
اتِّجَاهَاتٍ زَاوِيَةِ الْبُوصَلَةِ .



(Loran = Long range Navigation) (م ب م)

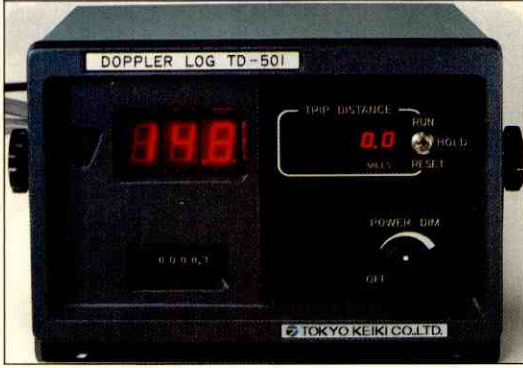


هَذِهِ الْخُطُوطُ الْمُنْحَنِيَّةُ تُمَثِّلُ مَوَاجِدَ لَاسَلِكِيَّةٍ مُتَوَلِّدَةً مِنْ
بَاعِثٍ رَئِيسِيٍّ عِنْدَ أ وَبَاعِثَيْنِ تَابِعَيْنِ عِنْدَ ب ، ج . وَيُمْكِنُ
لِلسَّفِينَةِ أَنْ تَتَوَافَقَ مَعَ مَيْلِ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ بِاسْتِخْدَامِ مُسْتَقْبِلٍ
خَاصٍّ لِأَنَّهَا مُتَوَلِّدَةٌ مِنْ نِظَامٍ عَلَى الشَّاطِئِ يُعْرَفُ بِاسْمِ
لُورَانِ (Loran) وَهُوَ اخْتِصَارٌ لِلْمَلَّاحَةِ بَعِيدَةِ الْمَدَى .
وَلِتَحْدِيدِ الْمَوْقِعِ ، يُقَارَنُ الْمُسْتَقْبِلُ بَيْنَ أَزْمِنَةِ وُضُوعِ
الْإِشَارَاتِ مِنَ الْمَحْطَّاتِ . وَقَدْ اعْتَادَ الْمَلَّاحُونَ عَلَى
الرُّجُوعِ إِلَى الْخَرَائِطِ وَعَمَلِ الْحِسَابَاتِ لِتَحْدِيدِ الْمَوْقِعِ .
(فِي هَذِهِ الْحَالَةِ تَحَدَّدَ مَوْقِعُ السَّفِينَةِ عِنْدَ م . وَأَجْهَزَةُ نِظَامِ
لُورَانِ الْأَخْدَتْ تُوضِّحُ خُطُوطَ الطُّولِ وَالْعَرْضِ تَلْقَائِيًّا .

كَيْفَ تُبْحَرُ السُّفُنُ فِي الضَّبَابِ؟

تَحْدِيدُ الْأَعْمَاقِ بِالصَّوْتِ

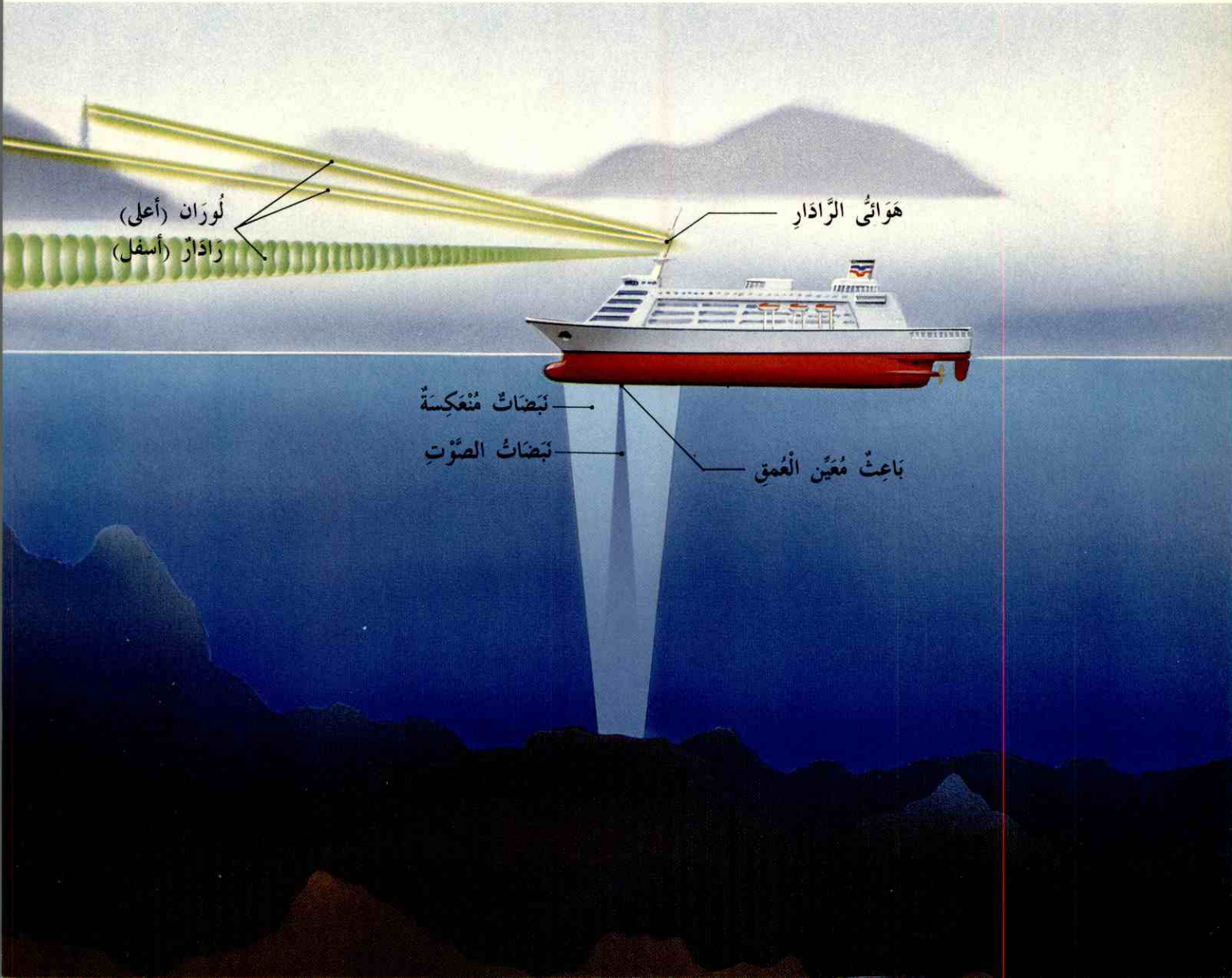
يَبْعَثُ مُعَيَّنُ الْعُمُقِ بِالسُّونَارِ (أَوْ مِسْبَرِ الْأَعْمَاقِ) نَبْضَاتِ الصَّوْتِ وَيَقِيسُ الزَّمْنَ حَتَّى ارْتِدَادِهَا . وَيَقُومُ حَاسِبٌ آتَى بِضَرْبِ زَمَنِ هَذِهِ الرَّحْلَةِ $\times$ سُرْعَةِ الصَّوْتِ — وَهِيَ حَوَالَى ٤٩٥٠ قَدَمًا / ثَانِيَةً فِي الْمَاءِ — ، ثُمَّ يَقْسِمُ النَّاتِجَ عَلَى ٢ لِيَحْسِبَ الْمَسَافَةَ حَتَّى الْقَاعِ بِالْقَدَمِ أَوْ الْقَامَةِ .



الْقَرَاءَةُ فِي مِسْبَرِ أَعْمَاقٍ حَدِيثٍ

كَانَ الضَّبَابُ الْكَثِيفُ وَاللَّيَالِي الْمَلْبَدَةُ بِالْغُيُومِ تُمَثِّلُ مُشْكِلَةً خَطِيرَةً بِالنَّسْبَةِ لِلْبَحَارَةِ الَّذِينَ يَهْتَدُونَ بِالسَّمَاءِ أَوْ الْأَرْضِ . وَلَكِنَّ تَجْهِيزَاتِ الرَّادَارِ وَالسُّونَارِ الْحَدِيثَةِ تَرَى خِلَالَ أَكْثَفِ السُّحُبِ فَتَسَاعِدُ السُّفُنَ عَلَى التَّقَدُّمِ بِثِقَةٍ .

وَتَكْشِفُ أَجْهَزَةُ الرَّادَارِ مَوَاقِعَ الْأَجْسَامِ فِي مَدَى مُعَيَّنٍ مِنَ السَّيْفِينَةِ وَتُرْسِمُ خَرِيطَةً لَهَا ، وَذَلِكَ بِحِسَابِ أَزْمِنَةِ مَوْجَاتِ الرَادَارِ الْمُنْعَكِسَةِ . أَمَّا مُعَيِّنَاتُ الْأَعْمَاقِ فَتُسْتَخْدَمُ نَبْضَاتٍ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ تَرْتَدُّ عَلَى قَاعِ الْمُحِيطِ لِحِسَابِ عُمُقِ الْمَاءِ بِالْأَقْدَامِ أَوْ الْقَامَةِ (٦ أَقْدَام) . وَهَذِهِ «الْعُيُونُ» الْمِيكَانِيكِيَّةُ تُوفِّرُ مَعْلُومَاتٍ كَافِيَةً بِالإِضَافَةِ إِلَى أَجْهَزَةِ لُورَانٍ لِتَحْدِيدِ الْمَوْقِعِ . وَرَغْمَ تَعَدُّدِ الرُّوْيَةِ تَمَامًا ، إِلَّا أَنَّ الْبَحَّارَ يُمَكِّنُهُ تَجَنُّبُ الشَّعَابِ وَالْجُزُرِ ، وَتَحْدِيدُ مَوَاقِعِ الْقَنَوَاتِ ، وَيُفَسِّحُ الطَّرِيقَ لِلْسُّفُنِ الْأُخْرَى .

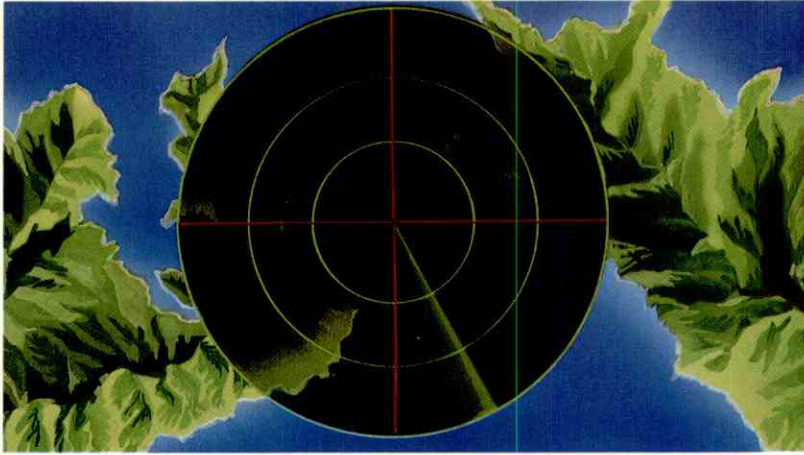


آلة ترى بعين طائر

يُعطي الرادار الملاحين مناظر تفصيلية فورية للمنطقة المحيطة بالسفينة، حتى تحت أقصى الظروف. وبينما يدور هوائي الرادار (يمين) فإنه يرسل دفعة من الإشارات اللاسلكية ثم يستمع إلى صداها (أسفل يمين). ويستطيع مشغل الرادار المتمرس أن يقرأ صور الرادار، ويكون صورة واضحة للمرافئ والسفن والأجسام المحيطة بالسفينة. ورغم ذلك يحتاط الملاحون لأن الرادار — لسوء الحظ — لا ينعكس جيدًا على المراكب الشراعية أو الزوارق المصنوعة من الألياف الزجاجية.



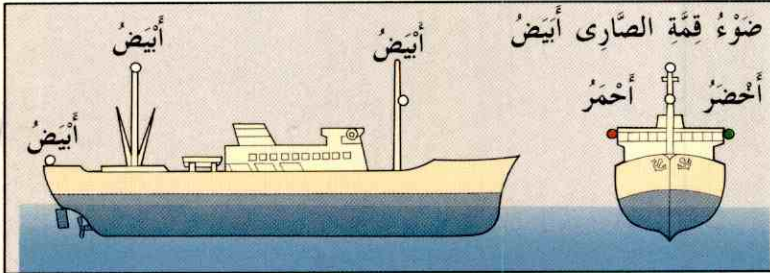
تحت الأبواق الحمراء يوجد هوائي رادار ماسح



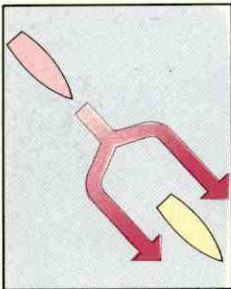
تظهر الصور على شاشة الرادار

قواعد السير في البحار

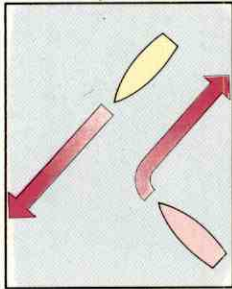
بجانب الآلات، يتبادل البحارة شفرة خاصة تساعدهم على تجنب التصادم. فمثلاً، يجب أن تضيء السفن أضواءً باللون معينة في أماكن معينة منها — كما هو موضح بأسفل — ليتمكن رؤية اتجاه حركتها في الحال.



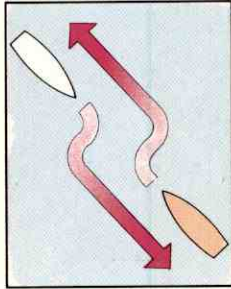
في الموانئ والخلجان المزدحمة، تتبع السفن القواعد الدولية للمرور فالسفن التي قد تتلاقى في نقطة واحدة، تنحرف كل منهما جهة اليمين. والسفينة التي تتخطى أخرى يجب أن تُنذرها بصفارتها ثم تمر على بُعد كافٍ.



عند تحطى سفينة، فإنها تنحرف نحو الجانب الأقل ازدحاماً.



عند تقاطع المسارات، تنحرف إحداهما خلف الأخرى.

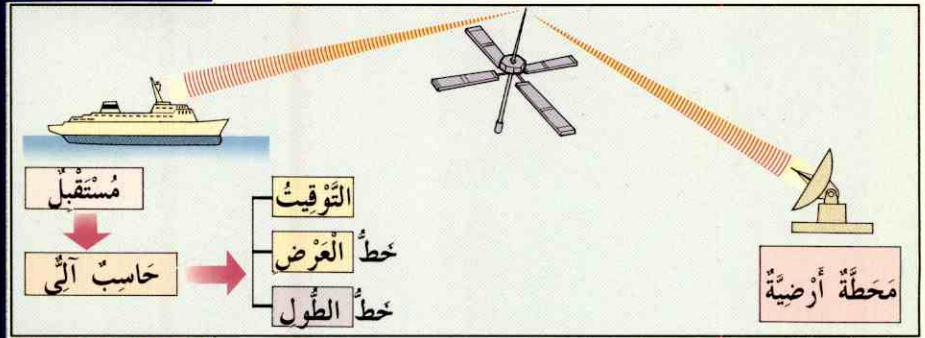


عند الاقتراب بالمقدمات، تنحرف كل سفينة إلى اليمين.

كَيْفَ تَكُونُ الْمِلَاحَةُ بِمُسَاعَدَةِ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ؟

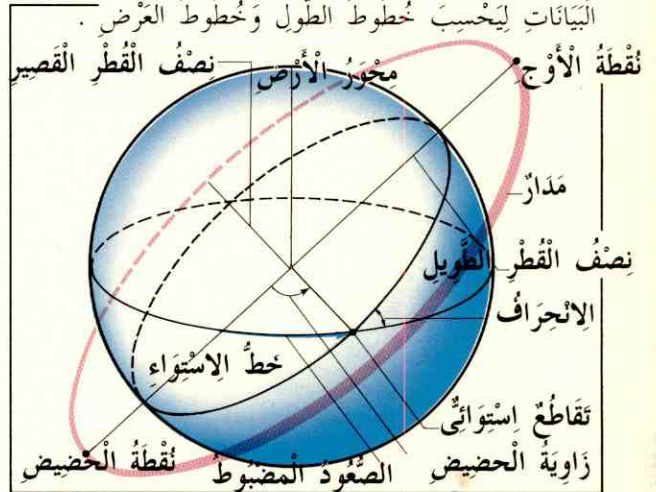
الإشاراتُ حاسبًا آليًا مُتَّصِلًا بِالْمُسْتَقْبِلِ يَقُومُ بِفَكِّ شِفْرَتِهَا لِيَحْصُلَ عَلَى مَعْلُومَاتٍ عَنْ زَمَنِ الْإِرْسَالِ وَمَوْقِعِ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ فِي مَدَارِهِ . (وَتُوجَّهُ هَذِهِ الْبَيِّنَاتُ إِلَى أَقْمَارِ NNSS بِوَاسِطَةِ مَحْطَّاتٍ أَرْضِيَّةٍ ، وَلَكِنَّ أَقْمَارَ GPS لَهَا سَاعَاتُهَا الْخَاصَّةُ وَأَجْهَرَةُ التَّبَعِ عَلَى ظَهْرِهَا) . وَيَحْسِبُ الْحَاسِبُ بَعْدَ ذَلِكَ الْمَسَافَةَ بَيْنَ السَّفِينَةِ وَالْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ . وَتُؤْخَذُ الْقِرَاءَاتُ عَلَى عِدَّةِ فِتْرَاتٍ حَتَّى يَتَوَافَرَ لِلْحَاسِبِ الْقِيَاسَاتُ الْكَافِيَّةُ لِحِسَابِ خُطُوطِ الطُّولِ وَخُطُوطِ الْعَرْضِ .

تَدُورُ الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ الْمِلَاحِيَّةُ حَوْلَ الْأَرْضِ مُرْسِلَةً تِيَّارَاتٍ مُسْتَمِرَّةً مِنَ الْإِشَارَاتِ اللَّاسَلِكِيَّةِ . وَهِيَ تُسَاعِدُ السُّفُنَ فِي اللَّيْلِ أَوِ النَّهَارِ عَلَى تَحْدِيدِ مَوَاقِعِهَا بِدَقَّةٍ مُتَنَاهِيَةٍ . وَتَنْتَمِي لِلْوِلَايَاتِ الْمُتَّحِدَةِ ، مِنْهَا نِظَامُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الْمِلَاحِيَّةِ الْبَحْرِيَّةِ (NNSS) ، وَالْأَحَدُ مِنْهُ نِظَامُ الْمَوْقِعِ الْعَالَمِيِّ (GPS) . وَالْأَسَاسُ ، أَنَّ يَلْتَقِطَ مُسْتَقْبِلُ الْمَوْجَاتِ اللَّاسَلِكِيَّةِ — NNSS أَوْ GPS — الْمَوْجُودَ عَلَى ظَهْرِ السَّفِينَةِ الْمَوْجَاتِ الَّتِي تُذْيَعُهَا الْأَقْمَارُ الصَّنَاعِيَّةُ بِتَرْدُّدَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ خَاصَّةٍ . وَتُعْذَى هَذِهِ



سِلْسِلَةُ الْأَوَامِرِ فِي نِظَامِ NNSS

تَصْدُرُ بَيِّنَاتُ الزَّمَنِ وَالْمَدَارِ مِنْ مَحْطَّةِ تَبَعٍ (أَعْلَى) إِلَى الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ الَّتِي يُرْسَلُ إِشَارَاتُهَا إِلَى مُسْتَقْبِلٍ . وَيَسْتَخْدِمُ الْحَاسِبُ الْآلِيَّ هَذِهِ الْبَيِّنَاتُ لِيَحْسِبَ خُطُوطَ الطُّولِ وَخُطُوطَ الْعَرْضِ .



تَبَعُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ

مُتَبَّعَاتُ الْقَمَرِ الصَّنَاعِيِّ يَجِبُ أَنْ تُعَرَّفَ أَطْوَلَ نِصْفِ قُطْرٍ ، نِصْفَ الْقَطْرِ الْمُتَوَسِّطِ ، زَاوِيَةَ مَيْلِ الْمَدَارِ عَنْ مُحَوِّرِ الْأَرْضِ ، أَقْلَ ارْتِفَاعٍ (الْحَضِيضِ) وَزَمَنَ الْحَضِيضِ ، بِالإِضَافَةِ لِحَقَائِقَ أُخْرَى .

الْمِلَاحَةُ بِوَاسِطَةِ شَبَكَةِ NNSS

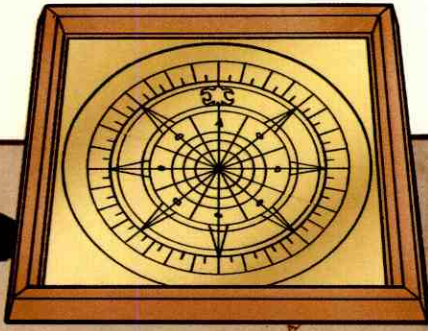
كَيْفَ كَانَتْ السَّفْنُ تَبْحِرُ فِي الْمَاضِي؟

أُخْرَى ، وَتُرْجَمُ هَذِهِ الزَّوَايَا إِلَى خُطُوطٍ عَرْضِ أَرْضِيَّةٍ .
ثُمَّ اخْتُرِعَ فِي الْغُصُورِ الْوُسْطَى خِلَالَ عَصْرِ النَّهْضَةِ قَائِمُ
التَّقَاطُعِ وَالرُّبُوعِيَّةُ وَالسُّدُوسِيَّةُ ، وَهِيَ آلَاتٌ أَبْسَاطٌ وَأَدَقُّ
وَحَلَّتْ تَدْرِيجِيًّا مَحَلَّ الْأُسْطُرْلَابِ . وَبِإِتِمَامِ صِنَاعَةِ
البُّوصَلَاتِ ذَاتِ التَّدَارِيحِ الْمُعَايِرَةِ فِي الْقَرْنِ ١١ ،
تَمَكَّنَ الْبَحَّارَةُ مِنْ قِيَادَةِ السَّفْنِ بِتَوْجِيهِ مُقَدَّمَاتِهَا . وَمَعَ
حُلُولِ الْقَرْنِ ١٥ ظَهَرَ أَيْضًا تَقْدِيرُ مَوْقِعِ السَّفْنِ دُونَ
الِاسْتِعَانَةِ بِآلَاتِ الرِّصْدِ . وَتُسْقَطُ فِي الْبَحْرِ مَقَايِسُ

قَبْلَ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ الْحَدِيثَةِ وَتَقْنِيَةِ الْحَاسِبِ الْإِلَهِيِّ ،
كَانَ الْبَحَّارَةُ يَجُوبُونَ مُحِيطَاتِ الْعَالَمِ مُزَوِّدِينَ بِعَدَدٍ مِنْ
الْأَجْهَزَةِ الدَّالَّةِ عَلَى الذِّكَاءِ . وَأَخَذَ هَذِهِ الْأَجْهَزَةُ هُوَ
الْأُسْطُرْلَابُ الَّذِي تَمَّ تَبْسِيطُهُ مِنْ آلَةٍ فَلَكِيَّةٍ عَرَبِيَّةٍ
لِيُسْتَحْدَمَ فِي الْبَحْرِ . وَكَانَتْ إِبْرَاهِيمَ وَتَدْرِيجُهَا وَسِيلَةً
لِقِيَاسِ الزَّوَايَا بَيْنَ الْأُفُقِ وَالشَّمْسِ أَوْ أَجْرَامِ سَمَآوِيَّةٍ

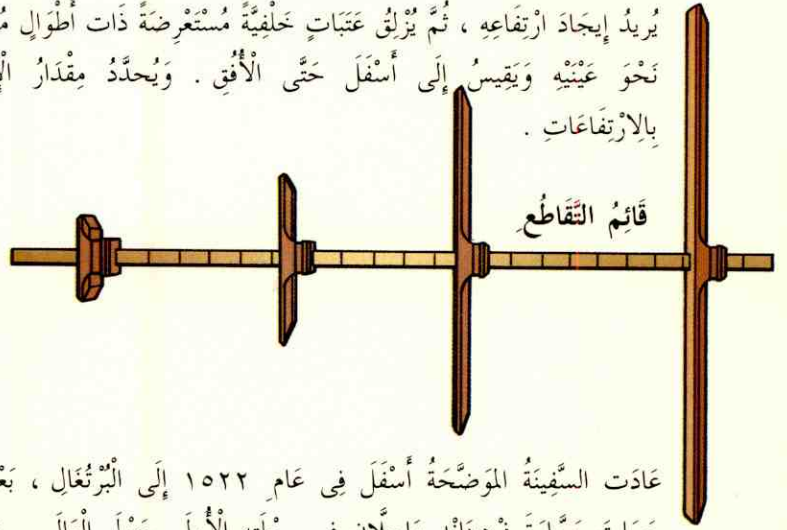
بُوصَلَةُ الْقُرُونِ الْوُسْطَى

وَهِيَ إِبْرَةٌ مُمَغْنَطَةٌ مِنَ الْحَدِيدِ تَرْتَكِزُ عَلَى مِحْوَرٍ
فِي مَرَكِزِ قُرْصٍ مِنَ الْوَرَقِ الْمُقَوَّى الْمَطْلِيِّ ،
وَتُشِيرُ دَائِمًا إِلَى الْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ الْمَغْنَاطِيْسِيِّ .



قِيَاسُ ارْتِفَاعَاتِ الْأَجْسَامِ السَّمَآوِيَّةِ

يَنْظُرُ الْمَلَّاحُ عَلَى طُولِ قَائِمِ تَقَاطُعٍ مَعْدِنِيٍّ إِلَى الْجِسْمِ السَّمَآوِيِّ الَّذِي
يُرِيدُ إِيجَادَ ارْتِفَاعِهِ ، ثُمَّ يَزِلُّ عَتَبَاتٍ خَلْفِيَّةً مُسْتَعْرِضَةً ذَاتَ أَطْوَالٍ مُخْتَلِفَةٍ
نَحْوَ عَيْنَيْهِ وَيَقِيسُ إِلَى أَسْفَلِ حَتَّى الْأُفُقِ . وَيُحَدِّدُ مِقْدَارَ الْإِرَاحَةِ
بِالِارْتِفَاعَاتِ .

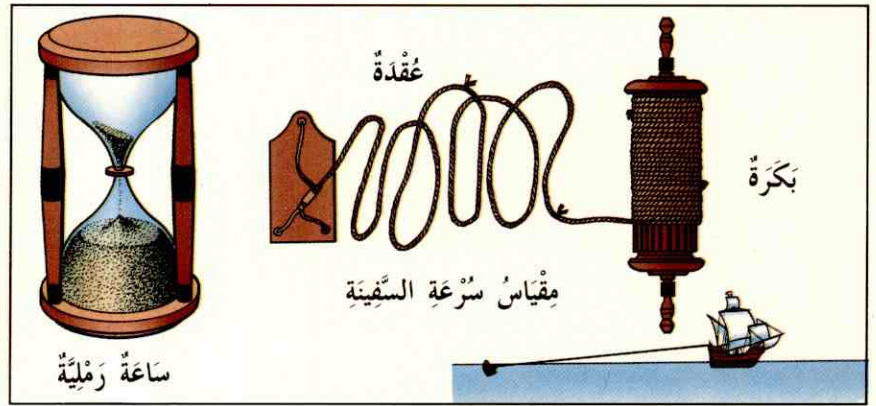


عَادَتِ السَّفِينَةُ الْمَوْضَحَةُ أَسْفَلَ فِي عَامِ ١٥٢٢ إِلَى الْبَرْتَغَالِ ، بَعْدَ أَنْ
حَمَلَتْ بَحَّارَةً فِرْدِينَأَنْدَ مَاجِلَّانَ فِي رِحْلَتِهِ الْأُولَى حَوْلَ الْعَالَمِ . وَتَرَى
طَرِيقَهُمُ الَّذِي سَلَكَوْهُ عَلَى خَرِيطَةِ عَامِ ١٥٤٣ (بَيْنَ) وَقَدْ حُدِّدَ بِخَطِّ
مُتَعَرِّجٍ .

فِكْتُورِيَا سَفِينَةُ مَاجِلَّانَ



سُرْعَةُ السَّفِينَةِ الْمُتَّصِلَةِ بِحَبَالٍ طَوِيلَةٍ بِهَا عُقْدٌ ، وَذَلِكَ عَلَى فتراتٍ مُعَيَّنَةٍ بَيْنَمَا تُحَسَّبُ سَاعَةٌ رَمَلِيَّةٌ الْوَقْتُ ، فَتُحَدَّدُ سُرْعَةُ تَقْرِيْبِيَّةٌ لِلْسَّفِينَةِ .



تَقْدِيرُ حُطِّ الطُّولِ

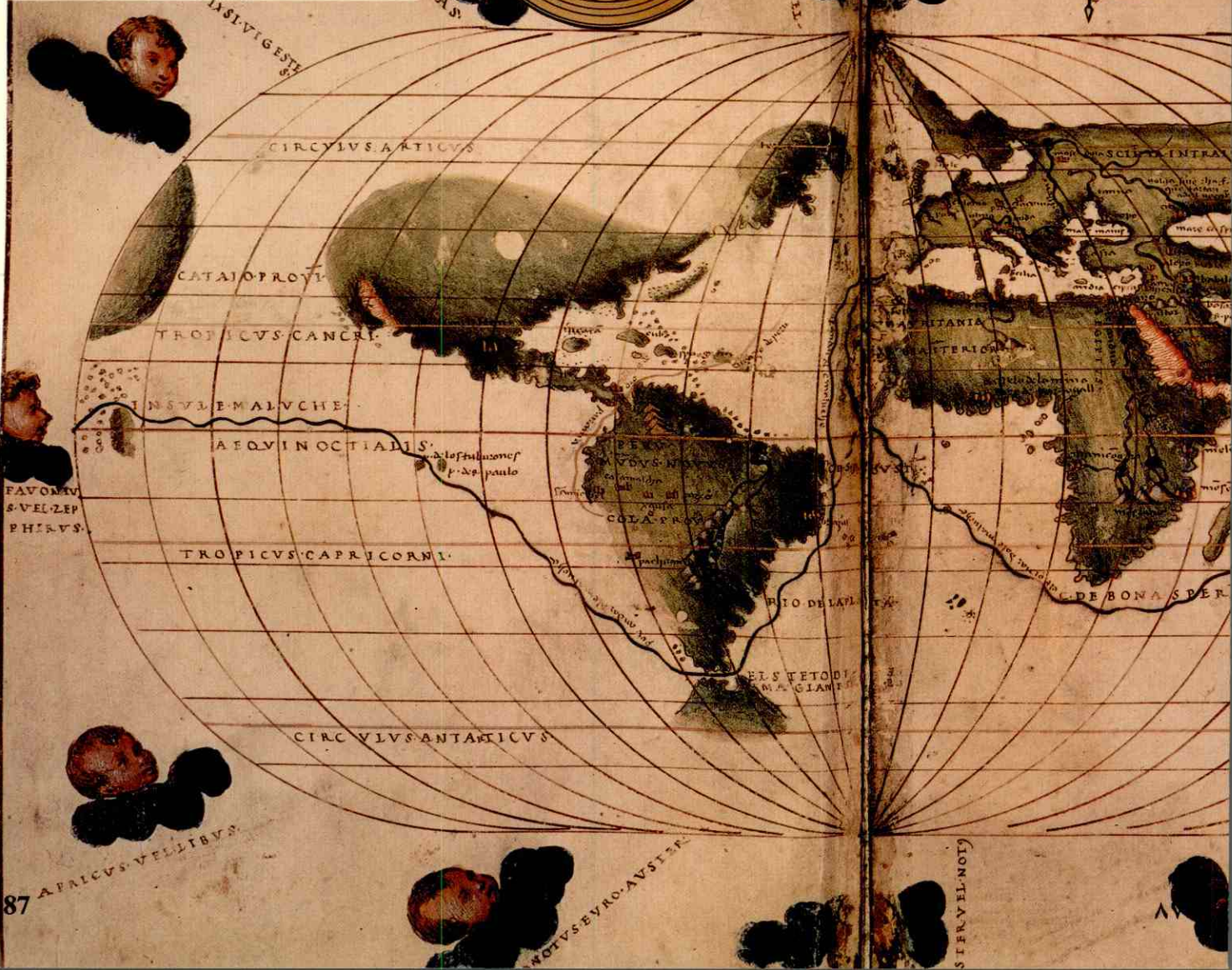
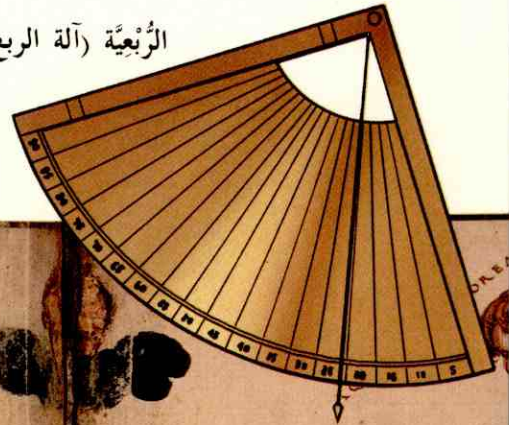
حَاوَلَ الْبَحَّارَةُ تَقْدِيرَ حُطُوطِ الطُّولِ بِمُسَاعَدَةِ السَّاعَةِ الرَّمَلِيَّةِ وَالْحَبَالِ الْعَقْدِيَّةِ الثَّقِيلَةِ . فَالرَّمْلُ الْمَتَسَرِّبُ خِلَالَ الرُّجَاجِ يُبَيِّنُ الزَّمْنَ الَّذِي يَمْضِي ، بَيْنَمَا يَقِيسُ الْحَبْلُ السَّرْعَةَ بِفَكِّهِ مِنْ بَكْرَةٍ عَلَى السَّفِينَةِ وَيَضْرِبُ زَمْنَ الرَّحْلَةِ $\times$ السَّرْعَةَ تُنْتِجُ الْمَسَافَةَ الْكُلِّيَّةَ الْمُقْطُوعَةَ . وَبِمَعْرِفَةِ نُقْطَةِ بَدَايَةِ الرَّحْلَةِ وَمَدَى تَقْدِمِهَا يَوْمِيًّا ، فَإِنَّ الْبَحَّارَةَ يَضْعُونَ تَصَوُّرًا تَقْرِيْبِيًّا لِمِقْيَاسِ الْحَرَكَةِ شَرْقًا وَغَرْبًا .

قِرَاءَةُ حُطُوطِ الْعَرْضِ

كَانَ بَحَّارُ الْقُرُونِ الْوُسْطَى يُحَدِّدُ حُطَّ الْعَرْضِ أَوْ الْمَوْقِعَ بِاسْتِخْدَامِ الرُّبْعِيَّةِ بِالنَّظَرِ إِلَى الشَّمْسِ وَالنُّجُومِ . فَتُقَاسُ زَاوِيَةُ ارْتِفَاعِ جِسْمٍ مُعَيَّنٍ بِالْأَسْطُرْلَابِ (يسار) أَوْ السُّدْسِيَّةِ . ثُمَّ يَرْجِعُ الْبَحَّارُ إِلَى خَرِيْطَةِ تُسَمَّى التَّقْوِيمِ الْفَلَكَيِّ لِیُحَدِّدَ مَوْقِعَ السَّفِينَةِ .

الرُّبْعِيَّةُ (آلة الربع)

الْأَسْطُرْلَابُ



مَاذَا كَانَ شَكْلُ سَفِينَةِ كُولْمَبِسْ ؟

الْأَبْعَادُ الْأَسَاسِيَّةُ

كَانَ طُولُ سَائِنَا مَارِيَا حَوَالَى ٨٠
قَدَمًا وَعَرْضُهَا ٢٤ قَدَمًا وَوزْنُهَا ٩٠
طَنًا . وَقَدْ اكْتَسَبَتْ مُعْظَمَ قُدْرَتِهَا
مِنَ الْأَشْرَعَةِ الرَّئِيسِيَّةِ وَأَشْرَعَةِ
الْمُقَدِّمَةِ . وَعِنْدَمَا تَكْتَمِلُ حُمُولَتُهَا
كَانَتْ تُزِيحُ ١١ قَدَمًا مِنَ الْمَاءِ
وَتَحِلُّ مَحَلَّ ٢٣٣ طَنًا مِنْهُ .

فُقِدَتْ جَمِيعُ الرُّسُومَاتِ الْخَاصَّةِ بِسَفِينَةِ كُولْمَبِسِ الْقَائِدَةِ سَائِنَا
مَارِيَا ، وَلَكِنَّ وَصْفَ هَذِهِ السَّفِينَةِ أُعْطِيَ الدَّارِسِينَ فِكْرَةً عَنْ
شَكْلِهَا . فَكَانَتْ غَالِبًا قُرْقُورٌ ، وَهُوَ نَوْعٌ مِنَ السُّفُنِ التِّجَارِيَّةِ
الْمُسْتَدِيرِ الْقَاعِدَةِ عَلَى الْإِنْخَاءِ مُجَهَّزٌ بِثَلَاثَةِ صَوَارٍ وَعَمُودٍ
مُقَدِّمَةٍ صَحْمٍ مَائِلٍ بِزَاوِيَةٍ مَعَ أَعْلَى مُقَدِّمِ الْمَرْكَبِ (أَيِ دَقْلٍ
مَائِلٍ) . وَلِمَثَلِ هَذِهِ السُّفُنِ أَرْبَعَةُ أَشْرَعَةٍ مُسْتَطِيلَةٍ وَشَرَاغٌ مِثْلَتْ
عَلَى الصَّارِي الْمِزِينِيِّ قُرْبَ الْمُؤَخَّرَةِ .

وَرَافَقَتْ سَائِنَا مَارِيَا سَفِينَتَانِ أُخْرَيَانِ هُمَا نِينَا وَبِنْتَا ، وَهُمَا أَسْرَعُ
وَتُسَمَّى مَرَكَبَ شِرَاعِيَّةٍ سَرِيعَةٍ ، وَبَلَغَ طُولُهَا حَوَالَى ٧٠
قَدَمًا . وَبَعْدَ أَنْ تَحْطَمَتْ سَائِنَا مَارِيَا عِنْدَ جَزِيرَةِ هِسْبَانِيولا
(هَاتِي حَالِيَا) تَوَلَّى كُولْمَبِسُ قِيَادَةَ السَّفِينَةِ نِينَا .

الشَّرَاغُ الرَّئِيسِيُّ

الصَّارِي الْخَلْفِيُّ (الْمِزِينِيُّ)

شَرَاغٌ مِثْلَتْ (لَاتِينِي)

مَرْكَبٌ بَحْرِيَّةٌ

كَانَتْ سَائِنَا مَارِيَا مُرَبَّعَةً الْأَشْرَعَةِ
الَّتِي تُرْبِطُ بِالْجِبَالِ وَتَتَدَلَّى عَمُودِيًّا
عَلَى السَّفِينَةِ . وَتُوجَّهُ مِنْ جِسْرِ
الْمُؤَخَّرَةِ بِوَاسِطَةِ ذِرَاعِ الدَّفْعَةِ .
وَكَانَ الْبَحَّارَةُ يَنَامُونَ وَيَأْكُلُونَ عَلَى
الظَّهْرِ الرَّئِيسِيِّ لِلْسَّفِينَةِ ، بَيْنَمَا
تُخَزَّنُ الْمُونُ فِي عَنَبْرِ السَّفِينَةِ .
وَمِثْلُ مُعْظَمِ الْقُرْقُورَاتِ ، كَانَتْ
سَائِنَا مَارِيَا تَحْمِلُ مَدَافِعَ لِلدَّفَاعِ .
وَكَانَ صُنْدُوقُ الْمُرَاقَبَةِ يَبْرُزُ ١٢
قَدَمًا خَارِجَ الْمُقَدِّمَةِ .

سَطْحُ الْمُؤَخَّرَةِ

جِسْرُ الْمُؤَخَّرَةِ

عَنَبْرُ السَّفِينَةِ

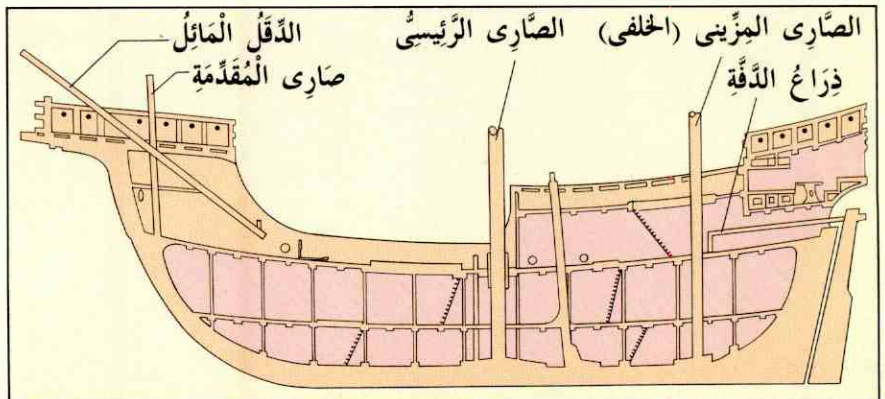
الظَّهْرُ الرَّئِيسِيُّ

جِسْرُ الْمُؤَخَّرَةِ

قِمَّةُ جِسْرِ الْمُؤَخَّرَةِ

الدَّفْعَةُ

فُتْحَةُ الْمَدْفَعِ



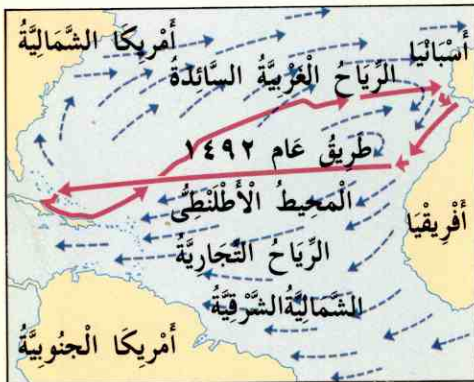


نَمُودَجٌ لِسَفِينَةٍ سَافَتْهَا مَارِيَا تَرَسُو فِي أَسْبَانِيَا



عُبُورُ كُولُمْبُسُ الْمَحِيطِ الْأَطْلَنْطِيِّ

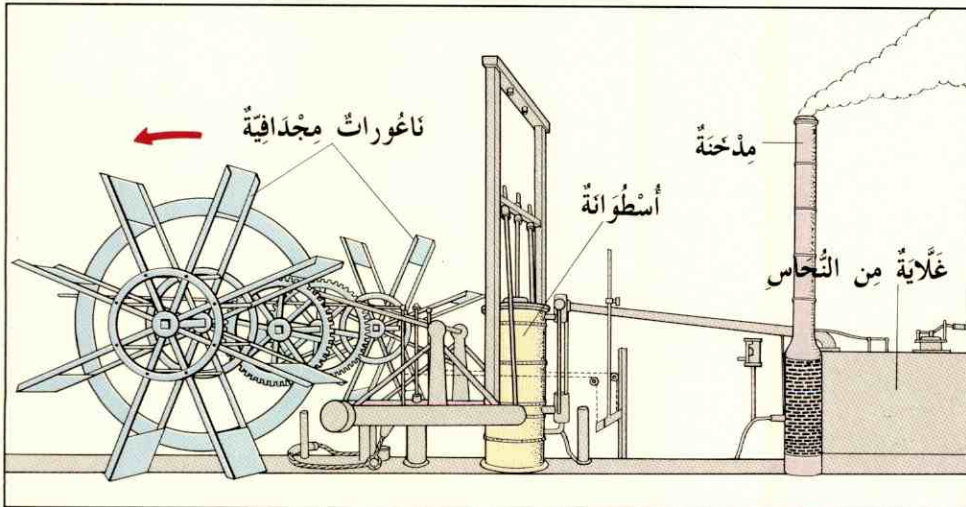
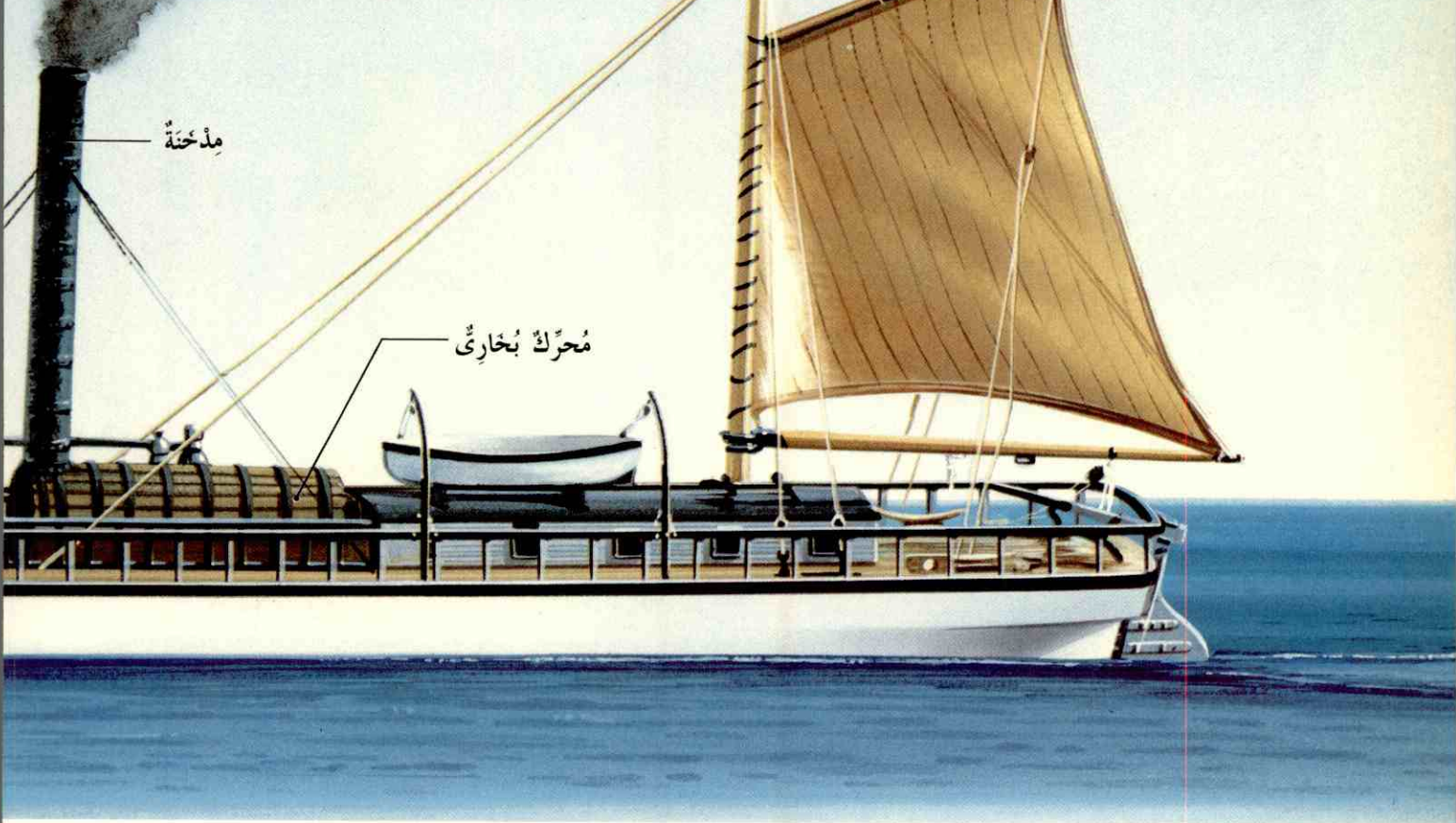
أُبْحَرَتِ السَّفِينُ الثَّلَاثُ مِنْ بَالُوسٍ فِي جَنُوبِ
أَسْبَانِيَا يَوْمَ ٣ أَوْغُسْطُسَ عَامَ ١٤٩٢ تَدْفَعُهَا
الرِّيَّاحُ التِّجَارِيَّةُ . وَشَاهَدُوا الْأَرْضَ بَعْدَ ٧٠
يَوْمًا . وَقَدْ أُبْحَرُوا عَائِدِينَ قَبْلَ هُبُوبِ الرِّيَّاحِ
الْعَرَبِيَّةِ السَّائِدَةِ ، وَكَانَ طَوْلُ رَحْلَةِ الْعُودَةِ
٢٤٠٠ مِيلًا . وَرَغْمَ أَنَّ كُولُمْبُسَ كَانَ يَنْحُثُ
عَنِ الْهِنْدِ إِلَّا أَنَّهُ اكْتَشَفَ الدُّنْيَا الْجَدِيدَةَ .



مَا هِيَ سَفْنُ النَّاعُورَةِ الْبُخَارِيَّةُ؟

السَّفِينَةُ إِلَى الْأَمَامِ . وَأُطْلِقَ عَلَى هَذِهِ السَّفِينَةِ اسْمُ الْقَارِبِ الْبُخَارِيِّ لِلنَّهْرِ الشَّمَالِيِّ الْجَدِيدِ مِنْ كِيلِيومُوت ، وَكَانَتْ تَقُومُ بِرَحَلَاتٍ مُنْتَظِمَةٍ مِنْ مَدِينَةِ نِيُيُورِك إِلَى الْبَانِي فِي نَهْرِ هَدْسُون . وَفِي عَامِ ١٨٣٩ كَانَتْ تَجُوبُ بُحَيْرَاتِ وَأَنْهَارَ أَمْرِيكََا حَوْلَى ١٠٠٠ سَفِينَةٍ بُخَارِيَّةٍ - مِنْهَا أَحَادِيَةُ النَّاعُورَاتِ الْجَانِبِيَّةِ ، وَمُزْدَوِجَةُ النَّاعُورَاتِ الْجَانِبِيَّةِ ، وَذَاتِ النَّاعُورَاتِ الْخَلْفِيَّةِ - بَعِيدًا عَنْ اعْتِمَادِهَا الْمُطْلَقَ عَلَى الرِّيحِ .

حَاوَلَ الْمُخْتَرِعُونَ اسْتِحْدَامَ الْبَخَارِ لِدَفْعِ السَّفِينِ مُنْذُ بَدَايَةِ الْقَرْنِ الْخَامِسِ عَشَرَ ، وَلَكِنْ بَعِيرَ طَائِلٍ . وَلَكِنْ أَوَّلُ سَفِينَةٍ بُخَارِيَّةٍ بِالنَّاعُورَةِ لَمْ يَتِمَّ بِنَاؤُهَا حَتَّى عَامِ ١٨٠٧ عِنْدَمَا قَامَ النِّيُيُورُكِيُّ زُورِبَتُ فُولْتُونُ بِنَاءَ سَفِينَةٍ خَشَبِيَّةٍ تُشَبِّهُ مَرْكَبَ نَقْلِ الْبَضَائِعِ تَرُنْ ١٠٠ طُنٍّ وَطُولُهَا ١٣٣ قَدَمًا وَقُدْرَةُ مُحَرِّكِهَا الْبُخَارِيِّ ٢٠ حِصَانًا . وَيُدِيرُ هَذَا الْمُحَرِّكُ نَاعُورَاتٍ جَانِبِيَّةً قُطْرُهَا ١٥ قَدَمًا تُدِيرُ صُفُوفًا مِنَ الْمَجَادِيفِ الَّتِي تُصَدِّمُ الْمَاءَ بِالتَّبَادُلِ فَتُحَرِّكُ

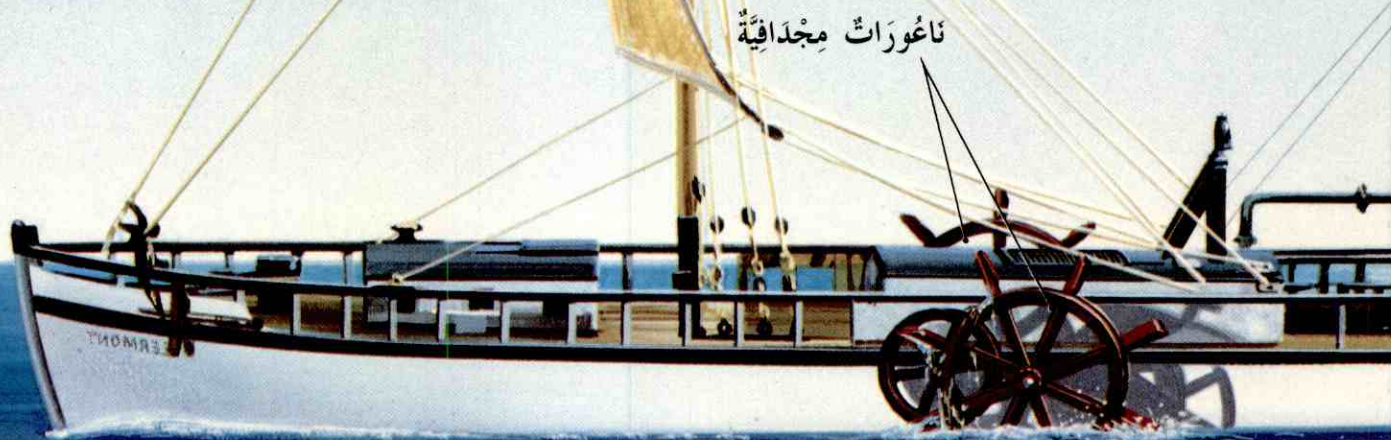


حَرَارَةٌ وَضَعُطٌ

أَتَمَّ الْمُهَنْدِسُ الْأُسْكُتْلَنْدِيُّ جِيمْسُ وَاتِ الْمُحَرِّكُ الْبُخَارِيُّ فِي أَوَاخِرِ الْقَرْنِ ١٨ ، وَكَانَ الْمُحَرِّكُ يَحْرِقُ الْخَشَبَ أَوْ الْفَحْمَ فِي قُرْنٍ لِيُسَخِّنَ الْمَاءَ الْمَوْجُودَ فِي غَلَايَةِ مَعْدِنِيَّةٍ . وَالْبَخَارُ النَّاتِجُ يُؤَلِّدُ الضَّعْطَ اللَّازِمَ لِيُدْفَعَ كِبَاسًا . وَتَتَحَوَّلُ حَرَكَةُ الْكِبَاسِ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَلَ بِوَاسِطَةِ عَمُودٍ مَرْفِقٍ وَأَذْرَعٍ تُدْوِيرُ إِلَى حَرَكَةٍ دَائِرِيَّةٍ تُدِيرُ مِحْوَرَ النَّاعُورَاتِ وَالْعَوَارِضِ الْمَثْبِتَةِ بِهَا .

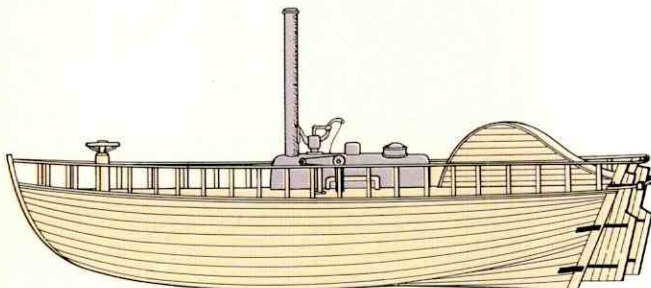
■ مَرَكَبُ فُولْتون الرَّائِدَةُ

كَانَتْ الْمَرْكَبُ كَلِيز مُونْت الطَّوِيلَةُ الْمُنْخَفِضَةُ تَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةٍ مُتَوَسِّطَةٍ ٤ عُقْدَةً (أَوْ حَوَالِي ٥ أَمِيَالٍ / سَاعَةٍ) وَقَدْ قَامَتْ بِرَحَلَتِهَا الْأُولَى فِي أَيْسُطُسَ عَامَ ١٨٠٧ وَقَطَعَتْ ١٥٠ مِيْلًا إِلَى أَعْلَى النَّهْرِ فِي حَوَالِي ٣٢ سَاعَةً . ثُمَّ بَدَأَتْ بَعْدَ ذَلِكَ بِقَلِيلٍ فِي الْقِيَامِ بِرَحَلَاتِهَا الْمُنْتَظِمَةِ الَّتِي حَمَلَتْ فِي كُلِّ مِنْهَا حَوَالِي ١٠٠ رَاكِبٍ . وَكَانَتْ تُزْهِو بِقَمَرَاتِهَا وَمَضَاجِعِهَا . وَسَرَّعَانَ مَا أُعِيدَ بِنَاءُ وَتَكْثِيرُ هَذَا الْقَارِبِ الْأَمْرِيكِيِّ التَّجَارِي الْأَوَّلِ النَّاجِحِ ، وَظَلَّ يَجُوبُ نَهْرَ هِدْسُونِ فِي شَكْلِهِ الْجَدِيدِ حَتَّى عَامَ ١٨١٤ حِينَ اسْتَعْنِيَ عَنْهُ .

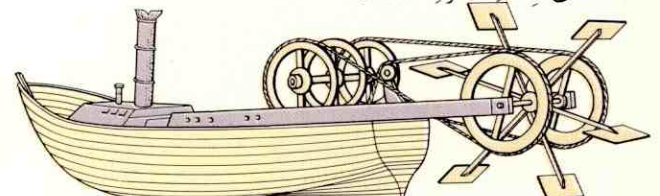


جُهُودٌ أُخْرَى مُبَكِّرَةٌ

فِي عَامِ ١٥٤٣ شَيَّدَ سِيَانِيَارْدُ بِلَاسْكُودِي جَالِي قَارِبًا بُحَارِيًّا بُدَائِيًّا كَانَ يَقْطَعُ سِتَّةَ أَمِيَالٍ فِي ٣ سَاعَاتٍ . وَلَكِنَّهُ لَمْ يُصْبِحْ عَمَلِيًّا حَتَّى بَدَايَةِ الْقَرْنِ ١٨ .



كَانَ أَوَّلُ قَارِبٍ بُحَارِيٍّ نَاجِحٍ حَقِيقَةً هُوَ الشَّارْلُوت دَنْدَاسُ الَّذِي صَمَّمَهُ الْمُهَنْدِسُ الْإِنْجِلِيزِيُّ وَلِيَامُ سِيْمَنْجْتُونُ عَامَ ١٨٠١ . وَقَامَ بِسَحْبِ قَارِبَيْنِ لِمُدَّةِ ٦ سَاعَاتٍ خِلَالِ جَوْلَةٍ اخْتِبَارِهِ فِي اسْكُتْلَنْدَا .



فِي عَامِ ١٧٣٦ كَانَ الْبَرِيطَانِيُّ جُونَاثَانُ هُولْزَرُ هُوَ أَوَّلُ مَنْ اسْتَعْدَمَ حَرَكَةَ الْكَبَاسَاتِ الْمَدْفُوعَةِ بِالْبُحَارِ لِتَدْوِيرِ عَجَلَةٍ فِي مُؤَخَّرَةِ قَارِبِ السَّحْبِ (الْقَطْرِ) الَّذِي سَجَّلَ بَرَاءَةَ اخْتِرَاعِهِ .

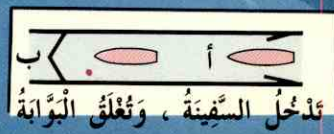
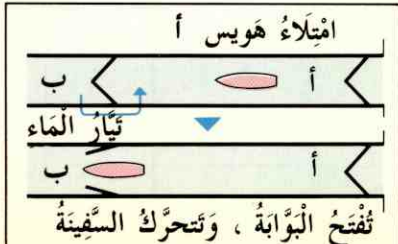
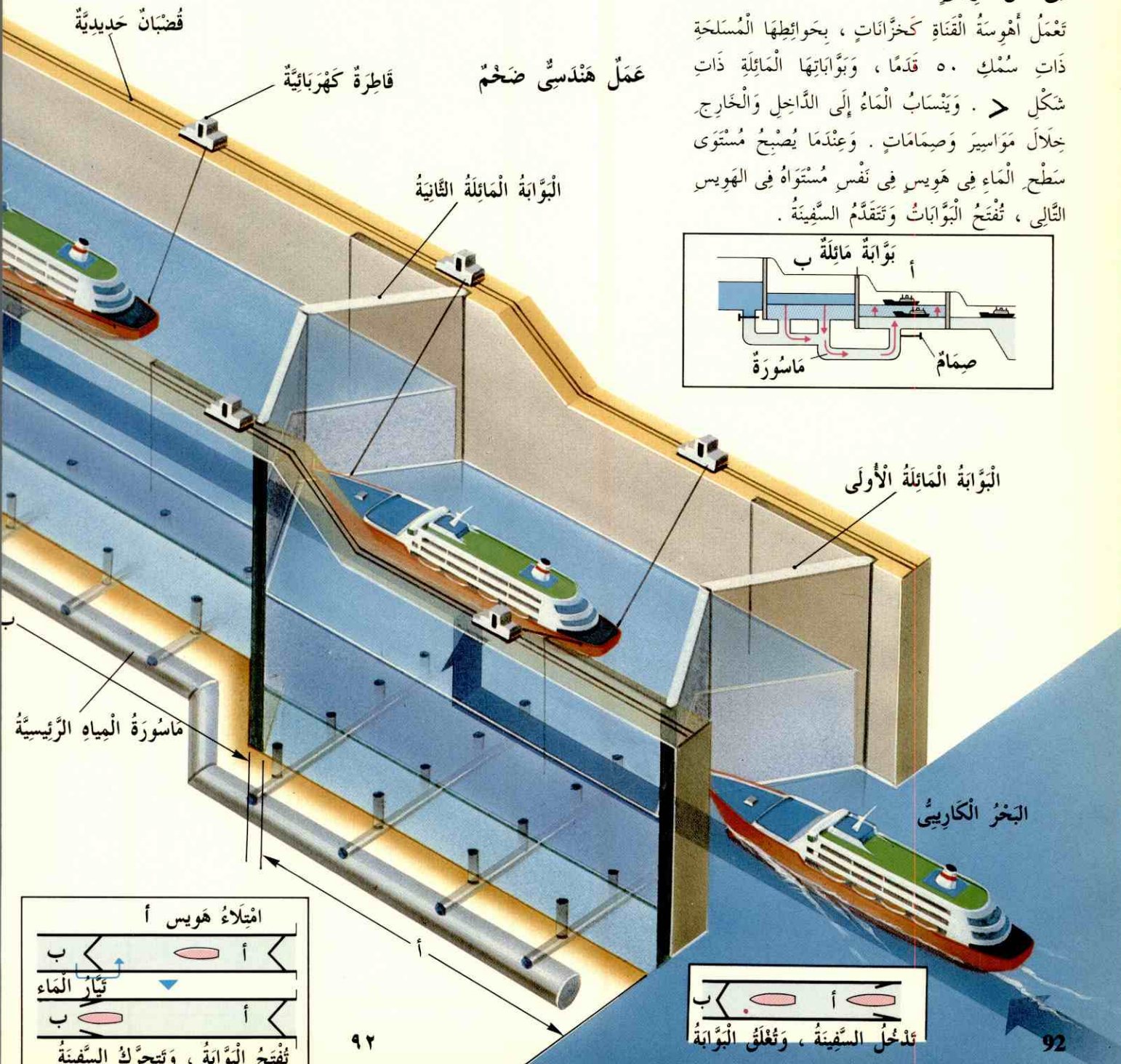
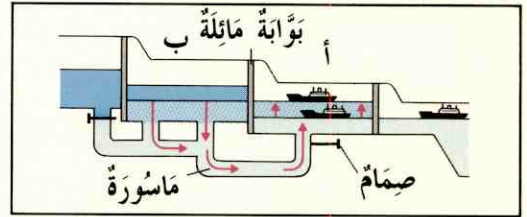
كَيْفَ تَعْمَلُ قَنَاةُ بَنَمَا ؟

كَانَ عَلَى الْمُسَافِرِينَ بَيْنَ الْمُحِيطِ الْهَادِي وَالْمُحِيطِ الْأَطْلَنْطِيِّ أَنْ يَدُورُوا حَوْلَ رَأْسِ هُورْنِ عِنْدَ الطَّرَفِ الْجَنُوبِيِّ لِأَمْرِيكَا الْجَنُوبِيَّةِ قَاطِعِينَ مَسَافَةً ٧٨٠٠ مِيل . وَبَيْنَ عَامَي ١٨٨١ ، ١٩١٤ تَمَّ حَفْرُ قَنَاةٍ بَنَمَا بِتَكَالِيفٍ بَاهِظَةٍ عَبْرَ بَرْزَخِ دَارِين ، فَأَتَاخَتْ لِلسُّفُنِ الْإِنْتِقَالَ بَيْنَ الْبَحْرِ الْكَارِيِّي وَالْمُحِيطِ الْهَادِي وَهِيَ تَسْتَحْدِمُ نِطَاقًا مِنَ الْأُهْوَسَةِ ، وَهِيَ عَنَابِرُ كَبِيرَةٌ ذَاتُ بَوَابَاتٍ يَتِمُّ مَلُؤُهَا بِالْمَاءِ ثُمَّ تَفْرِيغُهَا بِالتَّبَادُلِ ، فَتَرْفَعُ السُّفُنُ فَوْقَ هَذَا الْبَرْزَخِ الْجَبَلِيِّ . وَتَقْطُرُ الْقَاطِرَاتُ الْكَهْرَبَائِيَّةُ السُّفُنَ بِوَاسِطَةِ حِبَالٍ قَوِيَّةٍ أَثْنَاءَ مُرُورِهَا فِي كُلِّ هَوَيْسٍ .



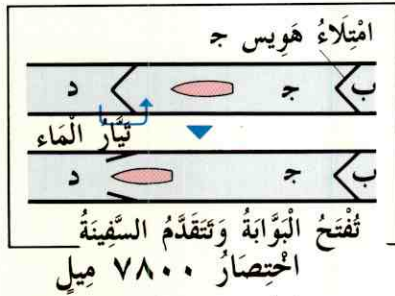
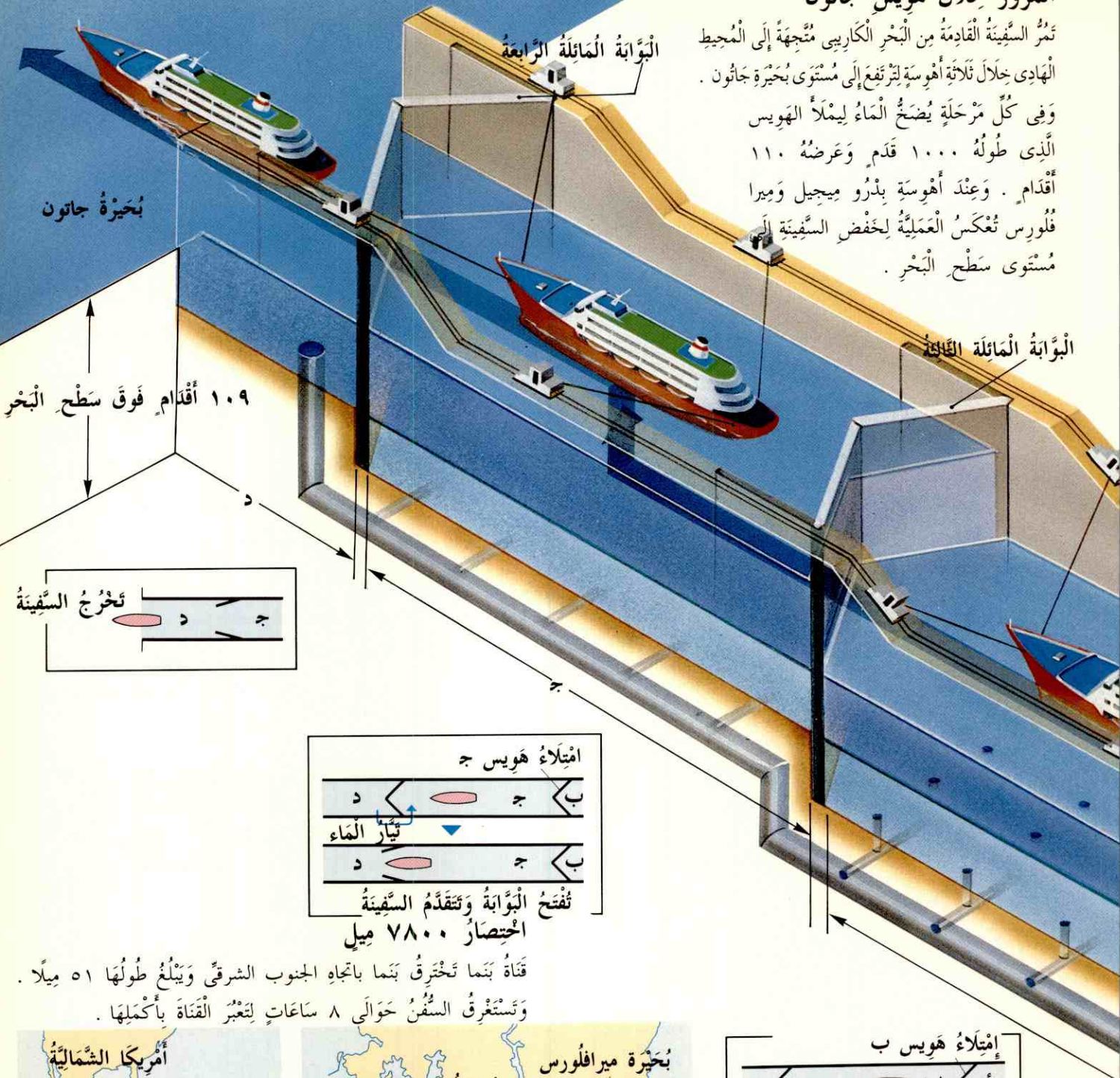
نَاقِلَةٌ بِتُرُولٍ تَنْجِيهِ إِلَى قَنَاةِ بَنَمَا ذَاتِ الْإِتْجَاهَيْنِ .

تَعْمَلُ أُهْوَسَةُ الْقَنَاةِ كَحَزَائِنَاتٍ ، بِحَوَائِطِهَا الْمُسْلَحَةِ ذَاتِ سُمْكِ ٥٠ قَدَمًا ، وَبَوَابِهَا الْمَائِلَةِ ذَاتِ شَكْلِ > . وَيَنْسَابُ الْمَاءُ إِلَى الدَّخِيلِ وَالْخَارِجِ خِلَالَ مَوَاسِيرَ وَصِمَامَاتٍ . وَعِنْدَمَا يُصْبِحُ مُسْتَوًى سَطْحُ الْمَاءِ فِي هَوَيْسٍ فِي نَفْسِ مُسْتَوَاهُ فِي الْهَوَيْسِ التَّالِي ، تُفْتَحُ الْبَوَابَاتُ وَتَتَقَدَّمُ السَّفِينَةُ .

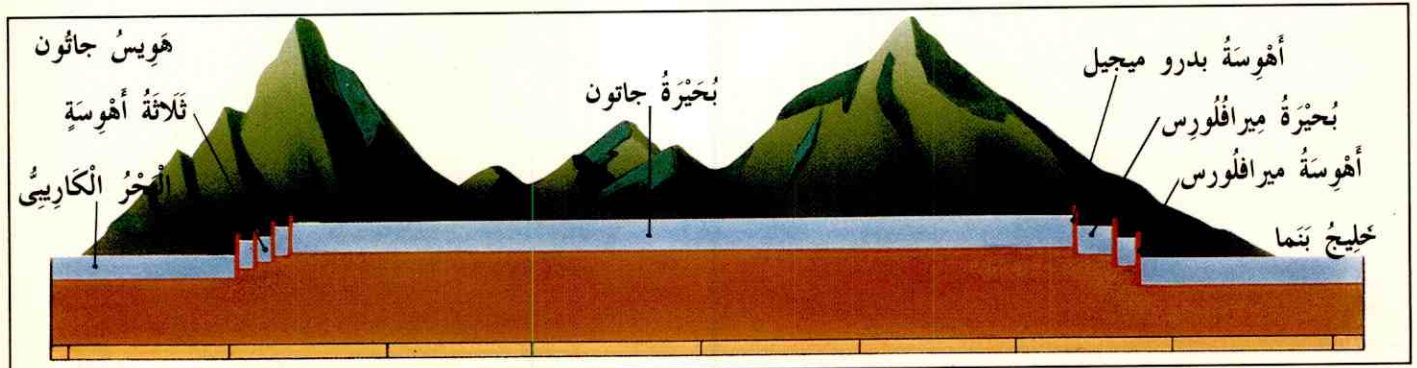
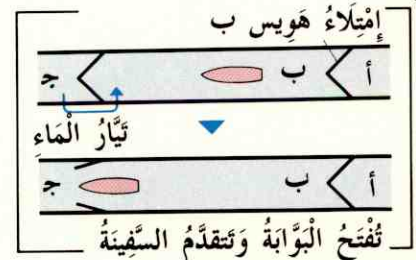
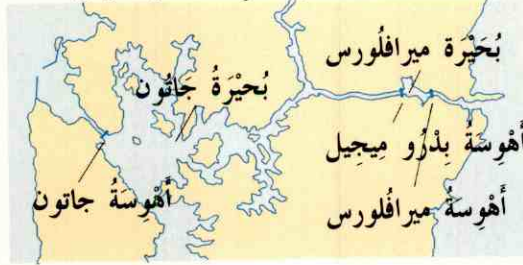


المرور خلال هويس جاثون

تمر السفينة القادمة من البحر الكاريبي متجهة إلى المحيط الهادئ خلال ثلاثة أهوسة لترتفع إلى مستوى بحيرة جاثون . وفي كل مرحلة يسخن الماء ليملأ الهويس الذي طوله ١٠٠٠ قدم وعرضه ١١٠ أقدام . وعند أهوسة بذرو ميغيل وفلوريس تُعكس العملية لحفظ السفينة إلى مستوى سطح البحر .



قناة بنما تَحْتَرِقُ بنما باتجاه الجنوب الشرقي وَيَبْلُغُ طُولُهَا ٥١ مِيلًا . وَتَسْتَعْرِقُ السَّفِينُ حَوَالِي ٨ سَاعَاتٍ لَتَعْبُرَ الْقَنَاءَ بِأَكْمَلِهَا .

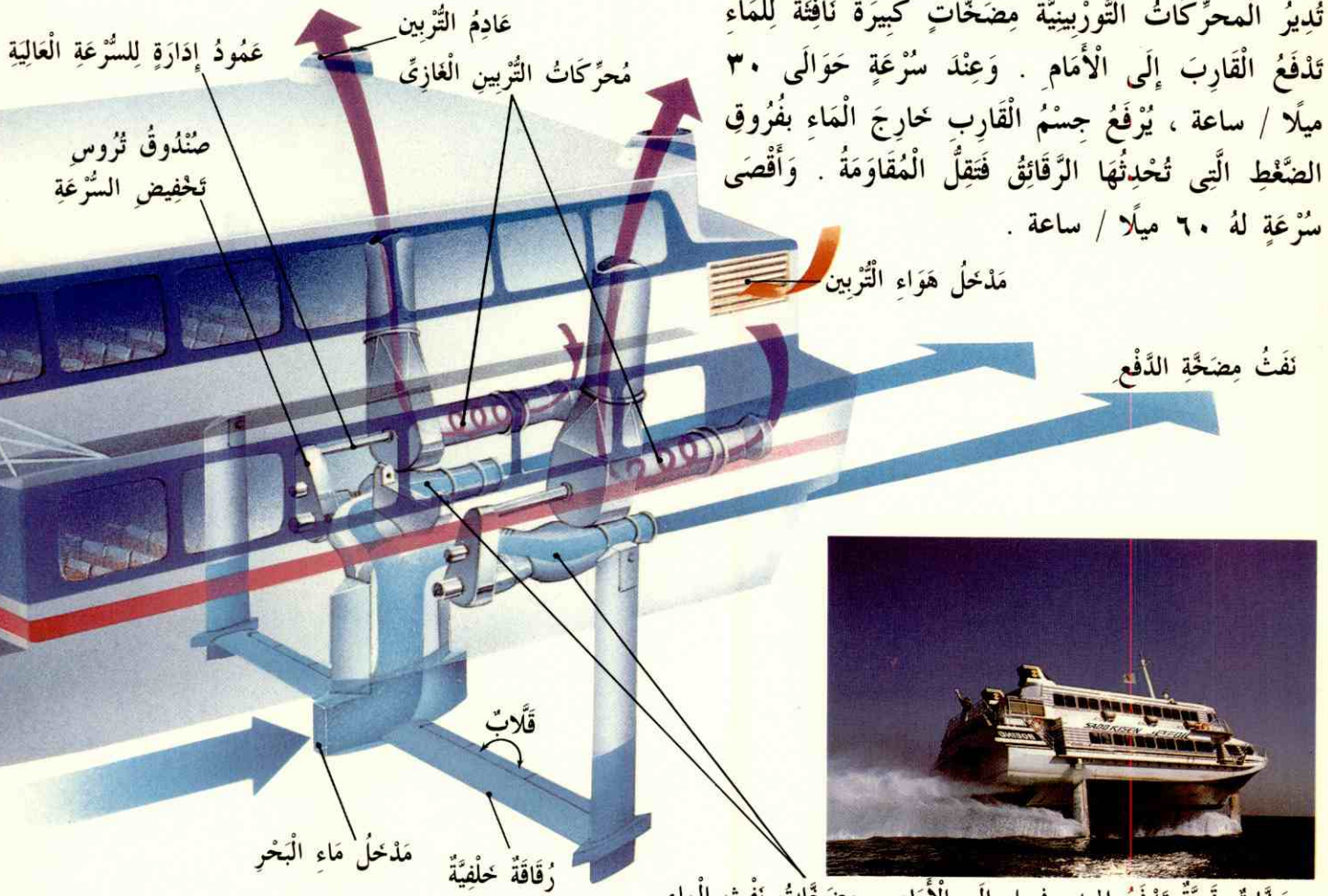


كَيْفَ يَعْمَلُ الْهَيْدْرُوفِيلُ (نَفْثُ السَّطْحِ الْاِنْسِيَابِي) ؟

وَلِحِفْظِ تَوَازُنِ الْقَارِبِ وَقُدْرَتِهِ عَلَى الْمُنَاوَرَةِ ، يُزَوَّدُ بِقَلَابَاتٍ اِصْطِفَافِيَّةٍ تَتَحَرَّكُ بِحَاسِبٍ آلِيٍّ وَتُؤَثِّرُ عَلَى الرَّقَائِقِ الْأَمَامِيَّةِ وَالْخَلْفِيَّةِ . وَتَقْيَسُ الْمُجَسَّاتُ وَضْعَ الْجِسْمِ فَوْقَ الْمَاءِ ، وَتَقْيَسُ الْجَيروسكوباتُ الْمِيلَ مِنَ الْأَمَامِ إِلَى الْخَلْفِ ، وَمِنْ جَانِبٍ إِلَى آخَرَ . وَتُعْذِي هَذِهِ الْمَعْلُومَاتُ حَاسِبًا آليًّا يَضْبِطُ الْمَرْكَبَةَ تَلْقَائِيًّا . وَبِإِدَارَةِ نَافِثَاتِ الْمِيَاهِ إِلَى أَسْفَلَ أَوْ إِلَى الْجَانِبِ يُنْطَى الْقَارِبُ أَوْ يَنْحَرِفُ .

عِنْدَمَا تَبْلُغُ السَّفُنُ الْعَادِيَّةُ سُرْعَتَهَا الْقُصْوَى ، تَزْدَادُ مُقَاوَمَةُ الْأَمْوَاجِ وَالْإِخْتِكَالُ بِالْمَاءِ الَّذِي يَشَقُّهُ جِسْمُ السَّفِينَةِ وَتُؤَثِّرُ عَلَيْهِ . وَلِلتَّغْلِبِ عَلَيْهَا ، يَسْتَعِيرُ الْهَيْدْرُوفِيلُ بَعْضَ الْخَوَاصِّ الدِّيْنَامِيكِيَّةِ الْهَوَائِيَّةِ مِنَ الطَّائِرَةِ .

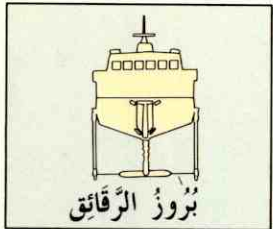
تُدِيرُ الْمَحْرَكَاتُ التُّورْبِينِيَّةُ مِصْحَاتٍ كَبِيرَةً نَافِثَةً لِلْمَاءِ تَدْفَعُ الْقَارِبَ إِلَى الْأَمَامِ . وَعِنْدَ سُرْعَةٍ حَوَالَى ٣٠ مِيلًا / سَاعَةٍ ، يُرْفَعُ جِسْمُ الْقَارِبِ خَارِجَ الْمَاءِ بِفُرُوقِ الضَّغْطِ الَّتِي تُحْدِثُهَا الرَّقَائِقُ فَتَقِلُّ الْمُقَاوَمَةُ . وَأَقْصَى سُرْعَةٍ لَهُ ٦٠ مِيلًا / سَاعَةٍ .



مِصْحَاتُ قَوِيَّةٌ تَدْفَعُ الْهَيْدْرُوفِيلَ إِلَى الْأَمَامِ مِصْحَاتُ نَفْثِ الْمَاءِ

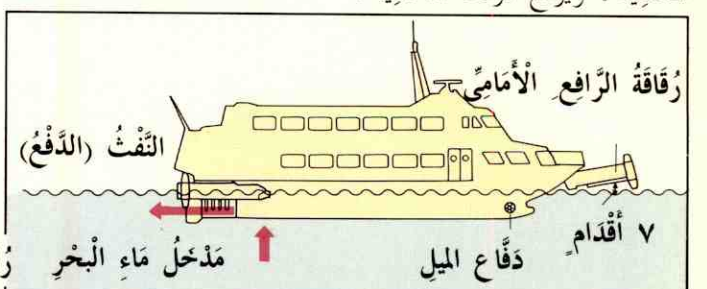
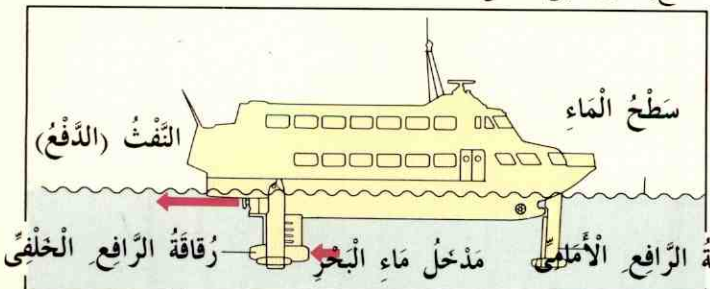
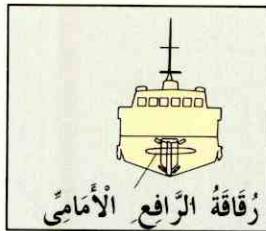
التَّحَرُّكُ بِسُرْعَاتٍ عَالِيَةٍ

يَتِمُّ إِزْأَلُ الرَّقَائِقِ فِي الْمِيَاهِ الْعَمِيقَةِ . وَمَعَ زِيَادَةِ السَّرْعَةِ ، يُصْبِحُ وَزْنُ الْقَارِبِ كُلِّهِ تَقْرِيْبًا مُحْمَلًا عَلَى الرَّقَائِقِ الَّتِي تَرْتَفِعُ إِلَى سَطْحِ الْمَاءِ بِتَأْثِيرِ قُوَّةِ الدَّفْعِ عَلَيْهَا مِنْ أَسْفَلَ .



التَّحَرُّكُ فِي الْمِيَاهِ الضَّحَلَةِ

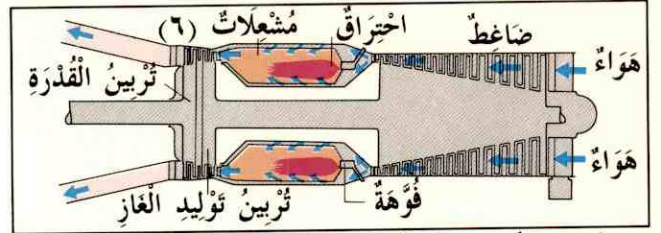
اخْتَرَعَ الْهَيْدْرُوفِيلُ مُهَنْدِسٌ إِيطَالِيٌّ عَامَ ١٩٠٥ ، وَهُوَ يَطْفُو بِسُرْعَاتٍ مُنْخَفِضَةٍ . وَفِي الْمِيَاهِ الضَّحَلَةِ ، يَجْذِبُ الْقَائِدُ الرَّقَائِقَ وَقَوَائِمَ الضَّغْطِ الْخَلْفِيَّةِ ، وَيَرْفَعُ الرُقَاقَةَ الْأَمَامِيَّةَ .



اعطاء القدرة للمضخة



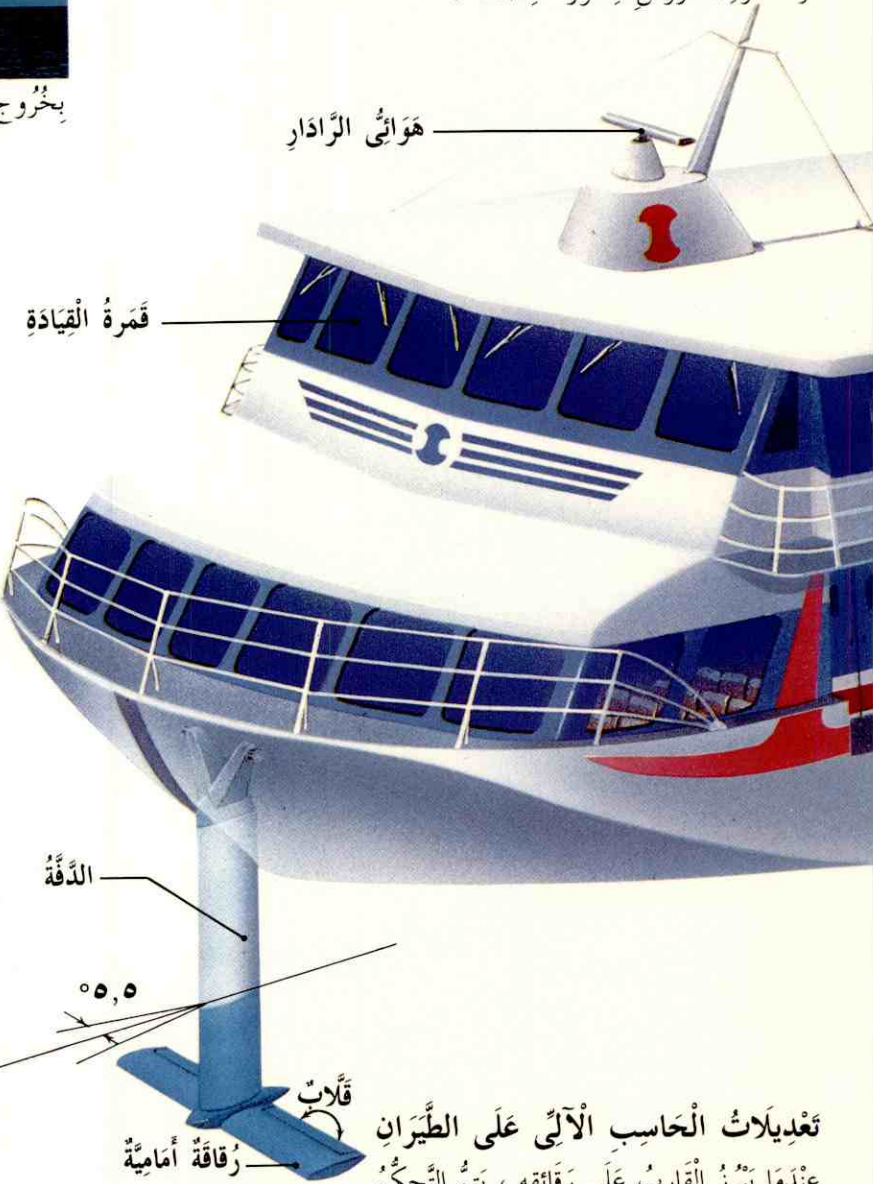
يُخْرُج قَوَائِمُ الضَّغْطِ ، يَطِيرُ الهيدرُوفويل فوق سطح الماء .



يَمْتَصُّ ضَاغِطٌ مَحَوْرِيُّ الهَوَاءِ إِلَى التُّرْبِينِ عِنْدَمَا يَحْتَرِقُ زَيْتُ الدِّيزِلِ فِي سِتِّ مُشْعَلَاتٍ . وَتَنْتَقِلُ القُدْرَةُ مِنَ التُّرْبِينِ بِوَسِطَةِ العَمُودِ وَصُنْدُوقِ التُّرُوسِ لِتَدَوْرِ المِضْحَةِ .

هَوَائِي الرادار

قَمَرَةُ القِيَادَةِ



الدَّفْعَةُ

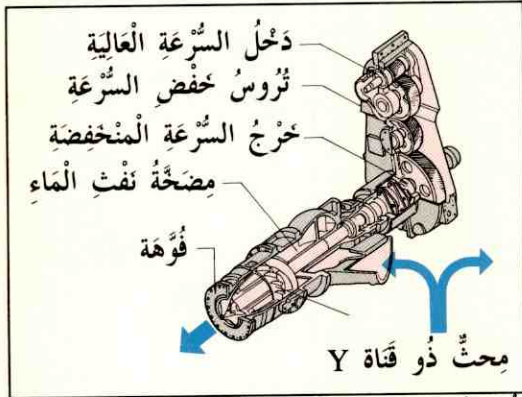
٥٠,٥

قَلَابٌ

رُقَاقَةُ أَمَامِيَّةٌ

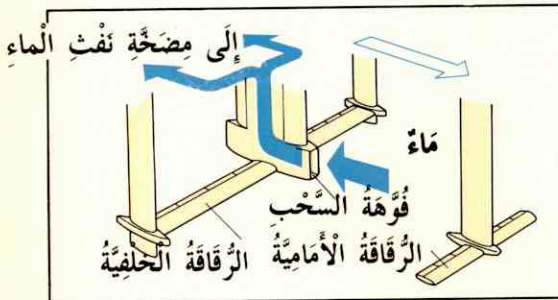
تُعْدِلَاتُ الحَاسِبِ الآلِيِّ عَلَى الطَّيْرَانِ

عِنْدَمَا يَبْزُرُ القَارِبُ عَلَى رَقَائِقِهِ ، يَتِمُّ التَّحْكُمُ فِيهِ مِثْلُ الطَّائِرَةِ مِنْ قَمَرَةِ القِيَادَةِ . فَيُعَدَّلُ الحَاسِبُ الجَنِيحَاتِ عَلَى الرَّقَائِقِ لِيَزِيدَ أَوْ يُقَلِّلَ الرَّفْعَ ، وَيُدِيرُ قَوَائِمَ الضَّغْطِ الأَمَامِيَّةَ لِيُغَيِّرَ الإِتْجَاهَ . وَائْتَاءَ الطَّفْوِ ، يَنْحَرِفُ القَارِبُ بِتَوَجِّهِ قُوَّاتِهِ يَمِينًا أَوْ سَارًا وَبِذَلِكَ يُغَيِّرُ اتِّجَاهَ الدَّفْعِ . وَالتَّحْكُمُ الدَّقِيقُ فِي دَفْعِ المِيلِ يَسْمَحُ بِالحَرَكَةِ الجَانِبِيَّةِ بَيْنَمَا يَقْتَرِبُ القَارِبُ أَوْ يُعَادِرُ الرِّصِيفَ .

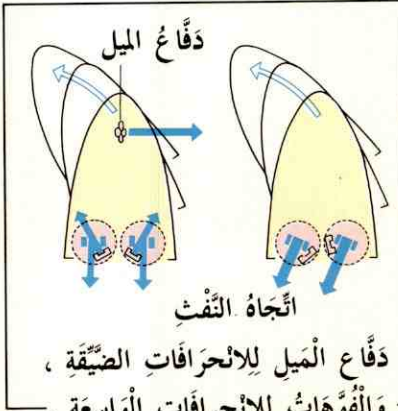
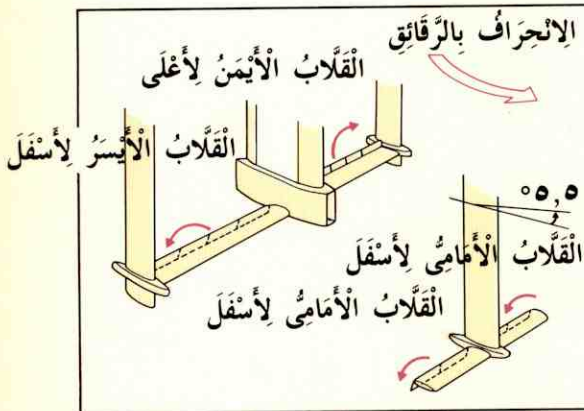


صُنْدُوقُ التُّرُوسِ مَعَ المِضْحَةِ يُعَادِلَانِ الدَّفْعَ

يُطْبِئُ الصَّنْدُوقُ التُّرْبِينِ مِنْ ١٢٧٠٠ دَوْرَةٍ / دَقِيقَةٍ إِلَى ٢٠٠٠ . وَيَنْسَابُ المَاءُ إِلَى مِحْتِ المِضْحَةِ فَالقُوَّةُ .



قُوَّاتُ السَّحْبِ فِي القَوَائِمِ المَعْمُورَةِ تُسْحَبُ ٢٤٠٠٠ جَالُونٍ مِنْ مَاءِ البَحْرِ فِي الدَّقِيقَةِ إِلَى المَنَافِثِ . وَبَارْتِفَاعِ القَارِبِ فَوْقَ الرَّقَائِقِ ، يُرَشَّحُ المَاءُ خِلَالَ شَاشَةٍ فِي مَخْرَجِ عَلَى جِسمِ القَارِبِ .



قَائِمُ الضَّغْطِ الأَمَامِيُّ يَتَّجِهُ إِلَى الْيَمِينِ قَلِيلًا

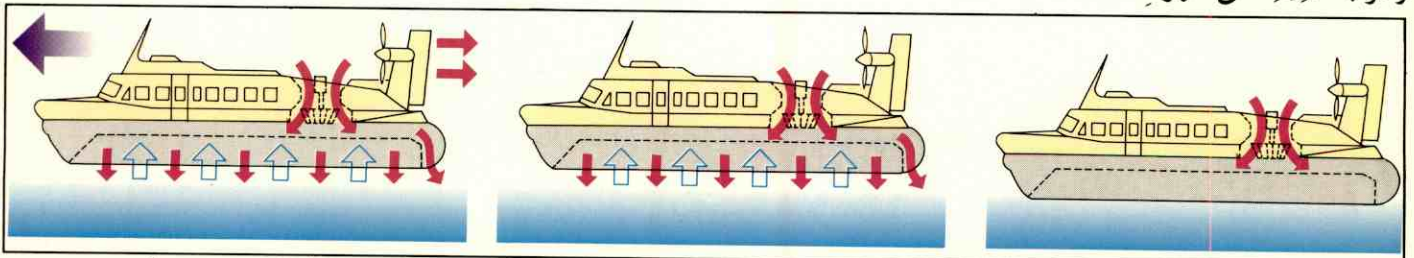
مَا هِيَ الْحَوَّامَةُ (الهُوفْرِكْرَافْت) ؟

وَيُمْكِنُ أَنْ تَتَحَرَّكَ الْحَوَّامَةُ عَلَى الْيَابَسَةِ أَيْضًا ، وَلَكِنَّهَا انْتَشَرَتْ كَمَعَابِرَ بَحْرِيَّةٍ . وَأَقْصَى سُرْعَةٍ تَصِلُ إِلَيْهَا هِيَ ٧٥ مِيلًا / سَاعَةٍ ، وَهُوَ يُعَادِلُ ضِعْفَ سُرْعَةِ أَسْرَعِ سَفِينَةٍ . وَلَكِنَّ الْحَوَّامَةَ لَيْسَتْ ثَابِتَةً تَمَامًا لِمُوجَّهَةِ الْأَمْوَاجِ الْعَالِيَةِ وَالرَّيَاحِ الْقَوِيَّةِ .

تَقْنِيًا ، لَا تُعْتَبَرُ الْحَوَّامَةُ سَفِينَةً وَلَكِنَّهَا مَرَكَبَةٌ عَلَى وِسَادَةٍ هَوَائِيَّةٍ . وَفِي فِتْرَةٍ رَاحَتِهَا ، تَطْفُو فَوْقَ الْمَاءِ ، وَعِنْدَ حَرَكَتِهَا تَطْفُو عَلَى وِسَادَةٍ مِنَ الْهَوَاءِ قَدْ يَبْلُغُ سُمْكُهَا ٥ أَقْدَامٍ يَنْبَغُ يَمُرُّ بِخِفَةٍ عَلَى سَطْحِ الْمَاءِ جَذْعُهَا السُّفْلِيُّ الْمَطَاطِيُّ الْمُنْتَفِخُ وَالْمَتَدَلَّى . وَتَدُورُ الْمَرَاوِخُ الْمَوْجُودَةُ أَسْفَلَ الْجَذْعِ السُّفْلِيِّ بِقُوَّةٍ فِي مُوَاجَهَةِ سَطْحِ الْمَاءِ لِتُحْدِثَ الْوِسَادَةَ الْهَوَائِيَّةَ ، يَنْبَغُ تَقُومُ الرَّفَاصَاتُ عَلَى ظَهْرِ الْحَوَّامَةِ بِدَفْعِهَا إِلَى الْأَمَامِ . وَتُسْتَمَدُّ الْمَرَاوِخُ وَالرَّفَاصَاتُ قُدْرَتُهَا مِنْ مُحَرِّكَاتِ التَّرْبِينِ الْغَازِي .



رُكُوبُ الْمِيَاهِ عَلَى الْهَوَاءِ



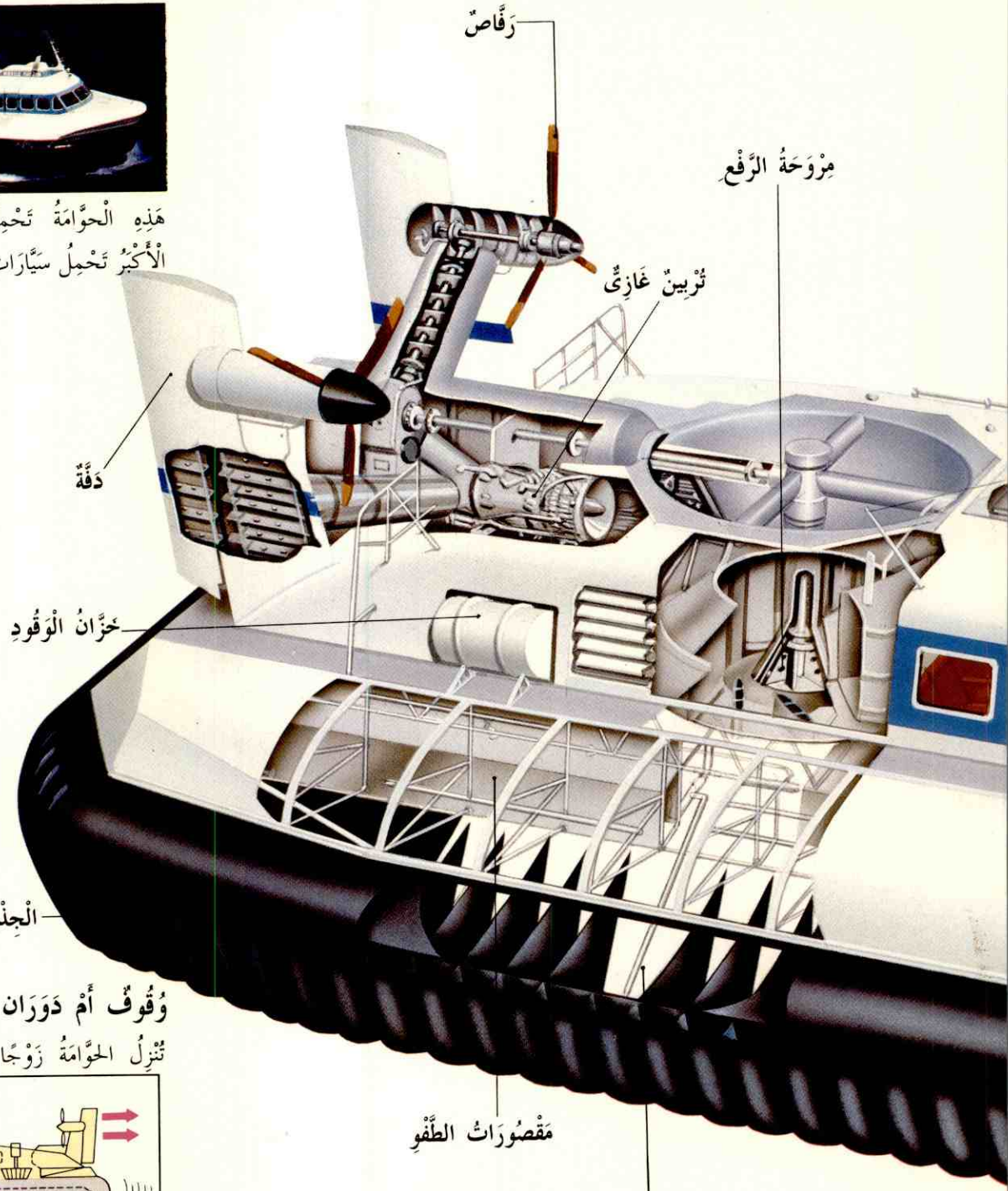
الدَّفْعُ إِلَى الْخَلْفِ مِنَ الرَّفَاصَاتِ عِنْدَ مُوَحَّرَةِ الْحَوَّامَةِ ، يَتَحَوَّلُ إِلَى حَرَكَةٍ لِلْحَوَّامَةِ إِلَى الْأَمَامِ .

وِسَادَةُ الْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ تَرْفَعُ الْحَوَّامَةَ ، وَتَتْرُكُ فَقْطَ حَافَةَ الْجَذْعِ السُّفْلِيِّ الْمُنْتَفِخِ لِتَلَامِسَ الْمَاءِ .

الْهَوَاءُ الَّذِي تَسْحَبُهُ مَرَاوِخُ الرَّفْعِ يُدْفَعُ نَحْوَ الْمَاءِ وَيُحْجَزُ بِوَاسِطَةِ الْجَذْعِ السُّفْلِيِّ الْقَابِلِ لِلنَّفْخِ .



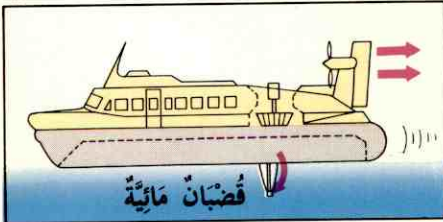
هَذِهِ الْحَوَامَةُ تَحْمِلُ رُكَّابًا . وَالْحَوَامَاتُ
الْأَكْبَرُ تَحْمِلُ سَيَّارَاتٍ أَوْ أَطْنَانًا مِنَ الْبَضَائِعِ .



الْجِدْعُ السُّفْلَى الْمُنْتَفِخُ

وُقُوفٌ أَمَ دَوْرَانِ

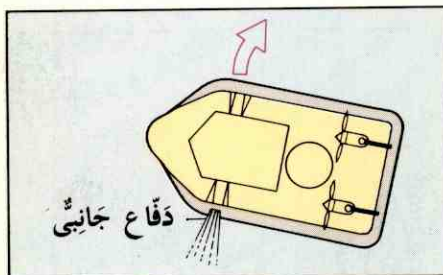
تُنْزِلُ الْحَوَامَةُ زَوْجًا مِنَ الْإِمْتِدَادَاتِ تُسَمَّى



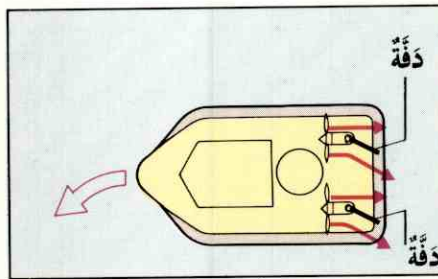
الْقُضْبَانِ الْمَائِيَّةِ . وَهِيَ تُسَاعِدُ فِي الْمُنَاوَرَاتِ
الْمُحْكَمَةِ أَوْ الْمُفَاجِئَةِ .

قُضْبَانٌ مَائِيَّةٌ

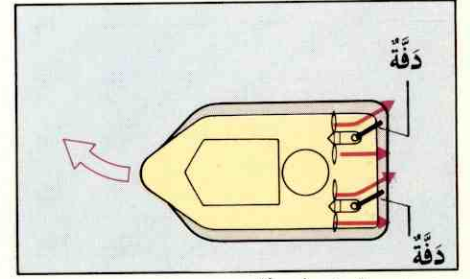
الْإِنْجِرَافُ



تُوقِفُ الدَّفَاعَاتُ الْجَانِبِيَّةُ الْإِنْجِرَافَ
الْجَانِبِيَّ أَوْ الْإِنْجِرَاجَ . وَأَعْلَى ، فَإِنَّ



وَإِذَا وُجِّهَتْ الدَّفَّاتُ إِلَى الْيَمِينِ ، فَإِنَّ
الْحَوَامَةَ تَنْحَرِفُ إِلَى الْيَمِينِ .



تَدُورُ الْحَوَامَةُ أَثْنَاءَ حَرَكَتِهَا بِوَاسِطَةِ
دَفَّائِهَا . فَتَحْرُكُ الْمَقْدَمَةُ يَسَارًا إِذَا وُجِّهَتْ
الدَّفَّاتُ إِلَى الْيَسَارِ .

كَيْفَ تَغُوصُ الْغَوَاصَاتُ؟ وَكَيْفَ تَبْرُزُ إِلَى السَّطْحِ؟

رَغْمَ أَنَّ الْغَوَاصَاتِ تَطْفُو بِسُهُولَةٍ ، إِلَّا أَنَّهَا تَسْتَطِيعُ أَنْ تَغُوصَ حَتَّى قَاعِ الْمُحِيطِ وَتَتَجَوَّلَ هُنَاكَ — فِي بَعْضِ الْحَالَاتِ — لِعِدَّةِ شُهُورٍ أَحْيَاءًا . وَيَكْمُنُ السِّرُّ فِي ذَلِكَ فِي جَذْعِهَا الْفَرِيدِ الْمَزْدُوجِ التَّرْكِيْبِ . فَالْمَقْصُورَاتُ الْخَاصَّةُ أَوْ صَهَارِيْجُ الْمُوَازَنَةِ الْمَوْجُودَةُ بَيْنَ جِذْعِهَا الْخَارِجِيِّ وَالْدَّاخِلِيِّ يُمَكِّنُ مَلَوْهَا بِمَاءِ الْبَحْرِ فَيَزِدَادُ الْوِزْنُ الْكُلِّيُّ لِلْغَوَاصَةِ ، وَتَقِلُّ قُدْرَتُهَا عَلَى الطَّفْوِ . وَإِذَا دُفِعَتْ إِلَى الْأَمَامِ بِالرَّفَاصَاتِ ، وَوُجِّهَتْ إِلَى أَسْفَلِ بِالْدَّفَاقَاتِ

الْأُفْقِيَّةِ الْمُسَمَّاةِ سَوَاعِدِ الْغُوصِ ، فَإِنَّهَا تَغُوصُ . وَيَصْمَمُ جَذْعُ الْغَوَاصَةِ الدَّاخِلِيِّ الْمَصْنُوعُ مِنَ الصُّلْبِ بِحَيْثُ يَتَحَمَّلُ الصُّغُوطَ الْهَائِلَةَ الَّتِي تَتَزَايِدُ بِتَزَايِدِ عُمَقِهَا . وَبِمَجَرَّدِ أَنْ تَغُوصَ ، فَإِنَّهَا تَظَلُّ مُتَزَنَةً بِوَاسِطَةِ صَهَارِيْجِ الْمُوَازَنَةِ عَلَى طُولِ جِسْمِهَا . وَلِتَبْرُزَ إِلَى السَّطْحِ ، فَإِنَّهَا تُفْرَغُ أَوْ تُطَهَّرُ صَهَارِيْجُ الْمُوَازَنَةِ مِنَ الْمَاءِ . وَالْأَدَوَاتُ الرَّئِيسِيَّةُ لِابْحَارِ الْغَوَاصَةِ هِيَ الْبِيْرُوسْكُوبَاتُ وَالرَّادَارُ وَالسُّونَارُ وَشَبَكَاتُ الْأَقْمَارِ الصَّنَاعِيَّةِ .

غُرْفَةُ الْإِتِّصَالَاتِ

خَطُّ الْعَادِمِ

غِطَاءُ كَوَّةِ الْهَرُوبِ الْخَلْفِيَّةِ

إِنْجَارَاتُ غَوَاصَةِ الْبَحْرِيَّةِ الْمَلِكِيَّةِ الْبَرِيطَانِيَّةِ

دَفَّةٌ

سَاعِدُ الْغُوصِ

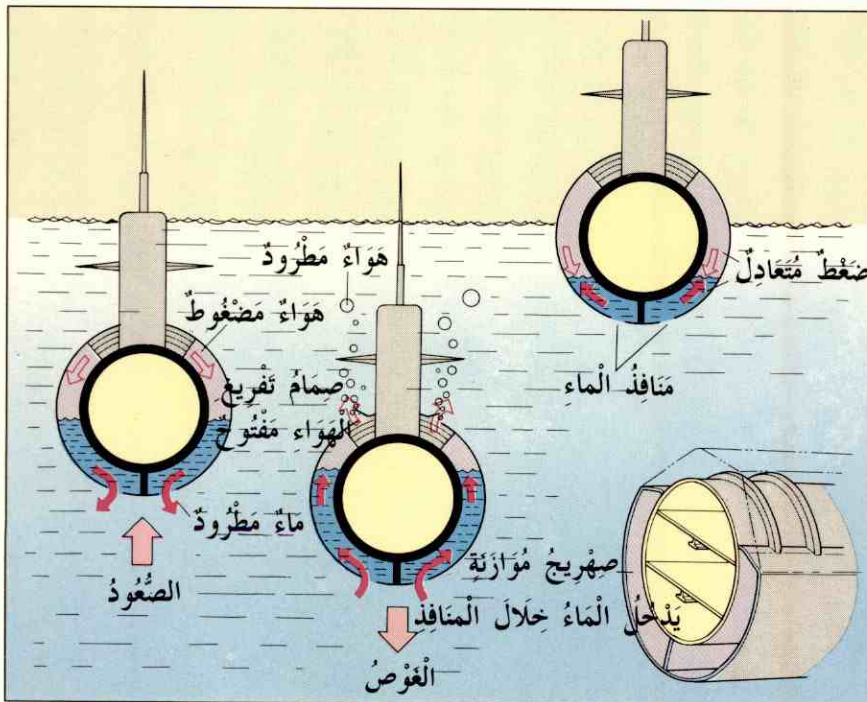
تُوضَحُ الصُّورَةُ مَقْطَعًا لِغَوَاصَةِ الْحَرْبِ الْبَرِيطَانِيَّةِ الَّتِي تَتَجَوَّلُ بِسُرْعَةٍ ٢٠ مِيلًا / سَاعَةً قُرْبَ سَطْحِ الْمَاءِ ، وَتَبْرُزُ ٢٤٥٥ طِنًا ، وَطُولُهَا ٢٣٢ قَدَمًا ، وَتَتَوَلَّدُ الْكَهْرَبَاءُ بِوَاسِطَةِ مُحَرِّكَاتِ الدِّيزِلِ ، وَتُخْزَنُ فِي بَطَّارِيَاتٍ ثُمَّ تُعْطَى الْقُدْرَةُ لِلْغَوَاصَةِ الْعَاطِسَةِ . أَمَّا الْغَوَاصَاتُ النَّوَوِيَّةُ فَتَسْحَنُ الْمَاءَ لِإِدَارَةِ تَرْبِيَّاتٍ بَحَارِيَّةٍ بِاسْتِخْدَامِ وَقُودٍ ذَرِّيٍّ ذِي نَشَاطٍ إِشْعَاعِيٍّ .

الْعُطْسُ وَاكْتِشَافُ الْأَعْمَاقِ

عِنْدَمَا تَطْفُو الْغَوَاصَةُ عَلَى سَطْحِ الْمَاءِ ، يُقَالُ إِنَّهَا فِي حَالَةٍ طَفْوٍ مُوجِبٍ ، وَتَكُونُ مُعْظَمُ صَهَارِيْجِ الْمُوَازَنَةِ مَمْلُوءَةً بِالْهَوَاءِ (يسار قريب) . وَعِنْدَمَا تَغُوصُ (وسط) ، تَكُونُ فِي حَالَةٍ طَفْوٍ سَالِبٍ لِأَنَّ الْهَوَاءَ يُطْرَدُ خِلَالَ صِمَامَاتِ التَّفْرِيعِ وَيَحِلُّ مَحَلَّهُ الْمَاءُ خِلَالَ مَنَافِذِ الْمَاءِ السُّفْلِيَّةِ . وَلَكِنِّي تَتَجَوَّلُ عَلَى عُمُقٍ ثَابِتٍ تَحْتَ سَطْحِ الْمَاءِ ، فَإِنَّهَا تَسْتَخْدِمُ تَقْنِيَةَ لِلتَّوَازُنِ حَيْثُ يُدْفَعُ الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ دَاخِلَ الصَّهَارِيْجِ . وَتَتْرَكُ مَنَافِذُ الْمَاءِ مَفْتُوحَةً ، وَيُسَمَّى ذَلِكَ طَفْوًا مُتْعَادِلًا . وَلَكِنِّي تَصْعَدُ إِلَى السَّطْحِ (أقصى يسار) تُفْرَغُ الصَّهَارِيْجُ مِنَ الْمِيَاهِ بِاسْتِخْدَامِ الْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ الَّذِي تَحْمِلُهُ الْغَوَاصَةُ عَلَى مَتْنِهَا .

غُرْفَةُ الْمَحْرَكِ

غُرْفَةُ الْأَلَاتِ





المكان غير فسيح داخل الغواصة . (أعلى) بحارة يتناولون الطعام في مطعم الغواصة . (أعلى يسار) غواصة تصعد إلى السطح . (يسار) قمرات النوم الضيقة التي ينام فيها الطاقم .

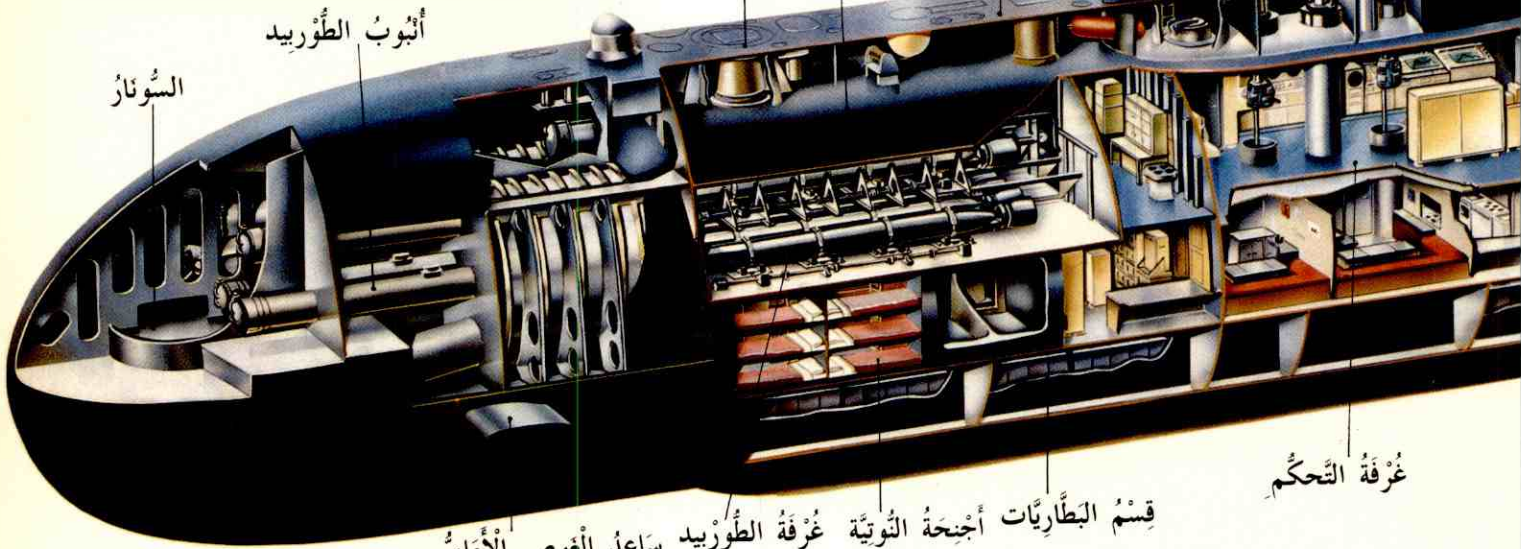
الجذع الخارجى

الجذع الداخلى كوة الهروب الأمامية

أنبوب الطوربيد

السونار

أنبوب العادم
أنبوب التهوية

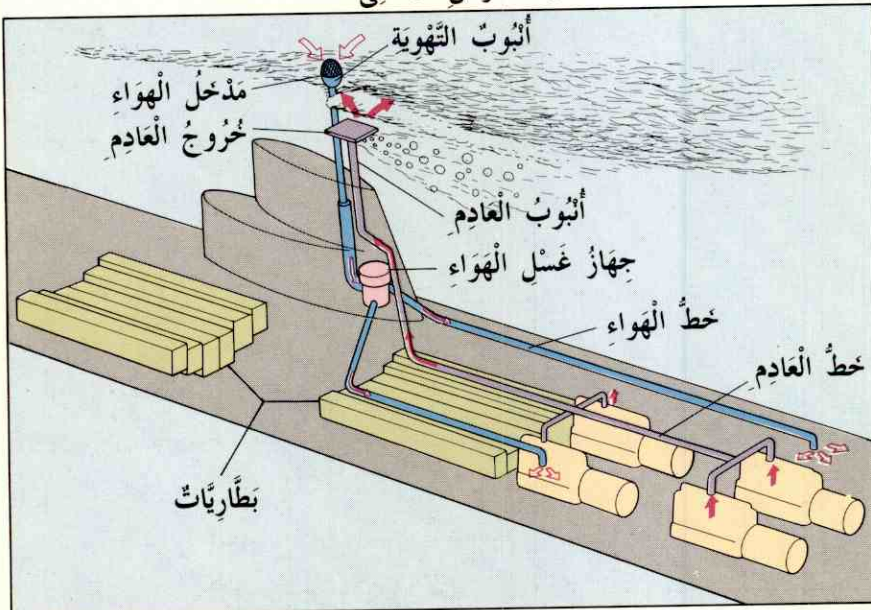


غرفة التحكم

قسم البطاريات أجنحة التوتية غرفة الطوربيد ساعد الغوص الأمامى

هواء نقي تحت الماء

تقوم معظم الغواصات المتطورة باستخلاص الماء النقي من ماء البحر . كما تُنتج أيضاً الهواء بالتحليل الكهربائي للماء النقي حيث يُنتج الأكسجين . وعندما تنجول قرب السطح ، فإنها تحصل على هوائها من خلال أنابيب التهوية المغطاة والتي تفتح فوق مستوى سطح الماء . وترفع أنابيب التهوية من برج القيادة (يسار) ومعها البيرو سكوب وهوائى الراديو وغيرها . ويراجع الهواء يومياً للتأكد من كفاية نسبة الأكسجين . ويمرر الهواء خلال جهاز غسيل لإزالة الشوائب . وتخرج العوادم خلال أنابيب خاصة .



أنبوب التهوية

مدخل الهواء
خروج العادم

أنبوب العادم

جهاز غسل الهواء

خط الهواء

خط العادم

بطاريات

كَيْفَ تُبْنَى مُحَطَّمَاتُ الْجَلِيدِ؟

مُحَرِّكَاتُهَا الْقَوِيَّةُ تَرْفَعُ مُقَدِّمَتَهَا الضَّخْمَةَ الَّتِي عَلَى شَكْلِ مِلْعَقَةٍ إِلَى أَعْلَى ثُمَّ تَدْفَعُهَا فِي الْجَلِيدِ ، وَيَكُونُ هَذَا كَافِيًا لِإِحْدَاطِ ثَغْرَةٍ فِي الْجَلِيدِ بِسَبَبِ وَزْنِهَا الْكَبِيرِ . وَتَتَوَلَّدُ الْقُدْرَةُ اللَّازِمَةُ لِهَذِهِ الْمُنَاوَرَةِ مِنَ الرَّقَاصِ الْمَحْفُوظِ جَيِّدًا تَحْتَ الْجَذْعِ وَالَّذِي يَدُورُ بِطَرِيقَةٍ غَيْرِ مُبَاشِرَةٍ مِنْ مُحَرِّكٍ كَهْرَبِيِّ يَسْمَحُ لِلْمُحَطَّمَاتِ بِالتَّحَرُّكِ بِسُرْعَةٍ بَطِيئَةٍ جَدًّا .

تُصَمِّمُ مُعْظَمُ السَّفِينِ بِجُدُوعٍ عَلَى شَكْلِ ٧ ذَاتِ ظُهُورٍ ضَيِّقَةٍ ، وَمُقَدِّمَاتٍ رَاسِيَّةٍ ثَقِيرًا ، وَتُدَارُ رَقَاصَاتُهَا بِوَاسِطَةِ الْمَحَرِّكِ مُبَاشَرَةً . وَلَكِنَّ مُحَطَّمَاتِ الْجَلِيدِ مُصَمَّمَةٌ لِلتَّكْيِيفِ عَلَى الْإِبْحَارِ فِي الْبَحَارِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ فِيهَا الْأَطْوَافُ الْجَلِيدِيَّةُ الضَّخْمَةُ وَالْمَسْدُودَةُ بِطَبَقَاتِ الْجَلِيدِ الْكَثِيفَةِ . وَلِذَلِكَ فَهِيَ ثَقِيلَةُ الْوِزْنِ ، مُزَوَّدَةٌ بِالصُّلْبِ الَّذِي يُمَكِّنُهَا مِنْ شَقِّ الْجَلِيدِ الَّذِي يَصِلُ سُمْكُهُ إِلَى ٣٥ قَدَمًا دُونَ أَنْ تُثَقَّبَ أَوْ تُنْبَعَجَ . كَمَا أَنَّ جُدُوعَهَا الْمُسْتَدِيرَةَ الْقَاعَ وَالْعَرِيضَةَ تُمَكِّنُهَا أَيْضًا مِنَ التَّغَلُّبِ عَلَى هَذِهِ الْأَخْطَارِ . وَإِذَا صَادَقَتْ جَلِيدًا سَمِيكًا ، فَإِنَّ

رَادَارُ مُرَاقَبَةِ الطُّقْسِ

حَظِيرَةُ الْهَلِيكُوتَرِ

مَهْبِطُ وَمَقْلَعُ الْهَلِيكُوتَرِ

صَهْرِيحُ مُوَازَنَةِ الْوَقُودِ

غُرْفَةُ الْمُرَاقَبَةِ

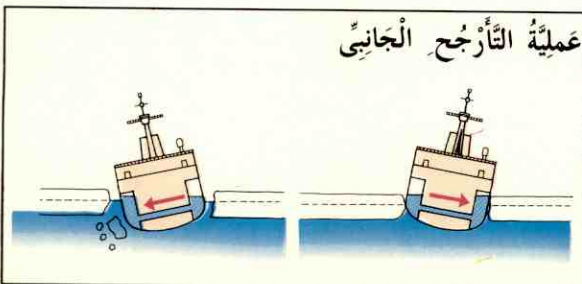
مُسْتَشْفَى

مَقْصُورَاتُ الطَّاقِمِ

خُطَطُ لِفَتْحِ مَمَرَاتِ بَحْرِيَّةٍ

يُسَنَدُ إِلَى مُحَطَّمَاتِ الْجَلِيدِ مُهِمَّةُ فَتْحِ وَصِيَانَةِ الْمَمَرَاتِ إِلَى حُقُولِ التُّفْطِ بِالْقُطْبِ الشَّمَالِيِّ ، وَإِلَى الْمَرَائِزِ الْعِلْمِيَّةِ وَالْعَسْكَرِيَّةِ الْمَعزُولَةِ ، وَإِلَى الْمَوَانِي الشَّمَالِيَّةِ الْأَسْتِرَاطِيَّةِ . وَيَنْهَارُ الْجَلِيدُ الرُّقِيقُ بِمُجَرَّدِ انْدِفَاعِ هَذِهِ الْكَاسِحَاتِ الثَّقِيلَةِ عَلَيْهِ إِلَى الْأَمَامِ . وَلَكِنْ عِنْدَمَا تَحْصُرُهُ الْأَطْوَافُ الْجَلِيدِيَّةُ أَوْ يَرَادُ مَدُّ الْفَتْحَةِ إِلَى الْأَمَامِ ، فَإِنَّهُ يَهْتَزُّ مِنْ جَانِبٍ لِآخَرَ بِتَحْرِيكِ الْمَاءِ بَيْنَ صَهَارِيحِهِ الْمَائِلَةِ عَلَى طُولِ جَذْعِهِ (يسار) ، وَهَذَا الْاهْتِزَّازُ يَضَعُطُ وَيُحَطِّمُ الْوَاحِ الْجَلِيدِ الْجَانِبِيَّةَ . وَلِبَعْضِ الْمَحَطَّمَاتِ دَفَاعَاتُ جَانِبِيَّةٍ مُرَكَّبَةٌ فِي هَيْكَلِهَا لِتُسَاعِدَ الْحَرَكَةَ مِنْ جَانِبٍ إِلَى آخَرَ .

عَمَلِيَّةُ التَّارْجُحِ الْجَانِبِيِّ



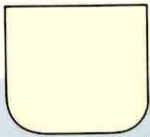
سَفِينَةٌ عَالِيَةُ التَّطَوُّرِ

عِنْدَمَا يَجْلِسُ الْقَائِدُ فِي الْجِسْرِ الْمُعَلَّقِ ، فَإِنَّهُ يَرَى
أُسْفَلَ سَفِينَةٍ صُنِعَتْ لِتَحْمِلَ قَسْوَةَ الْبَحَارِ الْقُطْبِيَّةِ .

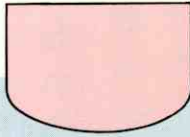
مُحَطَّمَةٌ جَلِيدٌ

سَفِينَةٌ عَادِيَّةٌ

مُحَطَّمَةُ الْجَلِيدِ التَّقْلِيدِيَّةُ أُعْرِضَ بِالنِّسْبَةِ لِطُولِهَا مِنْ
السَّفِينَةِ الْعَادِيَّةِ . وَهَذَا يَجْعَلُهَا أَكْثَرَ اسْتِقْرَارًا وَيَزِيدُ
مِقْدَارَ حُمُولَتِهَا .

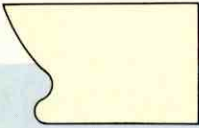


سَفِينَةٌ عَادِيَّةٌ

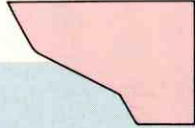


مُحَطَّمَةٌ جَلِيدٌ

شَكْلُهَا الْجَانِبِيُّ الشَّيْبَةُ بِالسُّلْطَانِيَّةِ يُسَهِّلُ عَلَيْهَا رُكُوبَ
الْوَحِ الْجَلِيدِ الَّتِي قَدْ تَوَقَّعُ السَّفِينَةُ الْعَادِيَّةُ فِي
شَرَكِهَا . كَمَا أَنَّهُ يُقَاوِمُ الضَّغْطَ أَفْضَلَ .

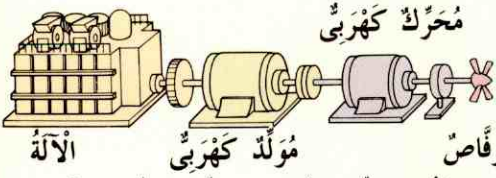


سَفِينَةٌ عَادِيَّةٌ



مُحَطَّمَةٌ جَلِيدٌ

صُمِّمَتِ الْمُقَدَّمَةُ الشَّيْبَةُ بِالْمَلْعَقَةِ وَالشَّدِيدَةُ الْإِنْجِدَارِ
لِتَنْزِلَ عَلَى الْجَلِيدِ الْكَثِيفِ ، بَيْنَمَا لَا تَسْتَطِيعُ
مُقَدَّمَاتُ السُّفُنِ الْعَادِيَّةِ سِوَى نَطْحِ الْجَلِيدِ .



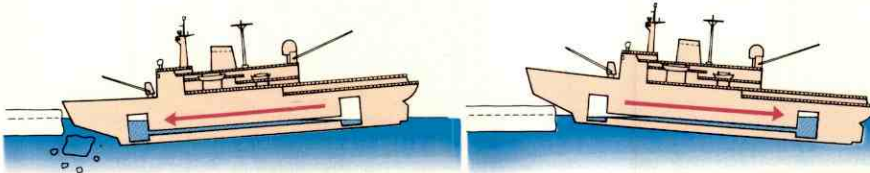
مُحَرِّكٌ كَهْرَبِيٌّ

مُولِّدٌ كَهْرَبِيٌّ

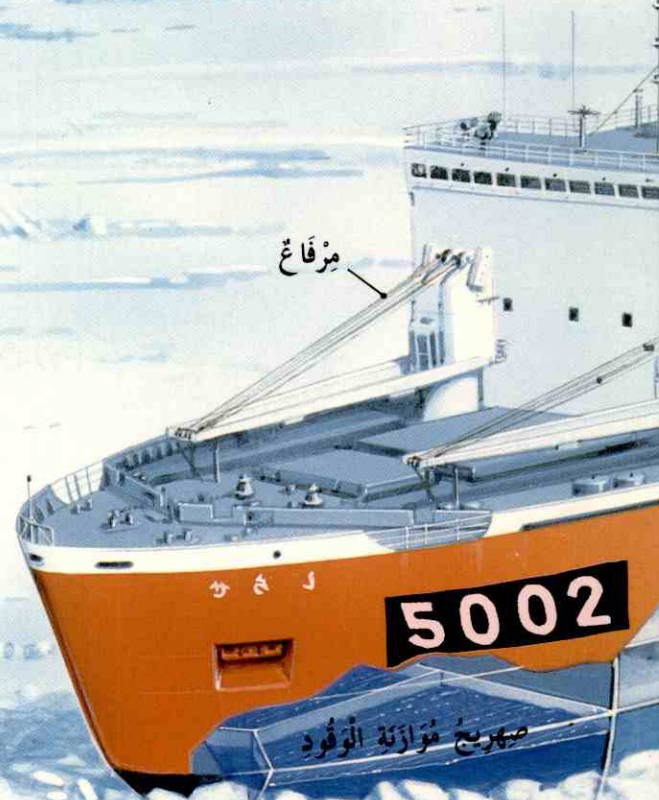
الآلَةُ

لِتُدِيرُ آلَةُ مُحَطَّمَةِ الْجَلِيدِ مَوْلِدًا يُغْدِي بِالْكَهْرَبَاءِ
الْمُحَرِّكَ الَّذِي يُدِيرُ الرَّفَاصَ . وَهَذَا يُوفِّرُ أَقْصَى
تَحَكُّمًا لِلسَّرْعَةِ .

عَمَلِيَّةُ صَهْرِيحِ الْمَوَازِنَةِ



تُسْتَمَدُّ مُحَطَّمَةُ الْجَلِيدِ الْيَابَانِيَّةُ شِيرَازُ قُدْرَتُهَا مِنْ ثَلَاثِ آلَاتٍ دِيرَلٍ
مُتَّصِلَةٍ بِمُوتَوَرَاتٍ رَفَاصٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَتَصِلُ قُدْرَتُهَا الْعُظْمَى إِلَى
٩٠٠٠٠ حِصَانٍ ، وَيَبْلُغُ طَوْلُ الْمُحَطَّمَةِ ٤٤٠ قَدَمًا .
جِسْرٌ مُعَلَّقٌ



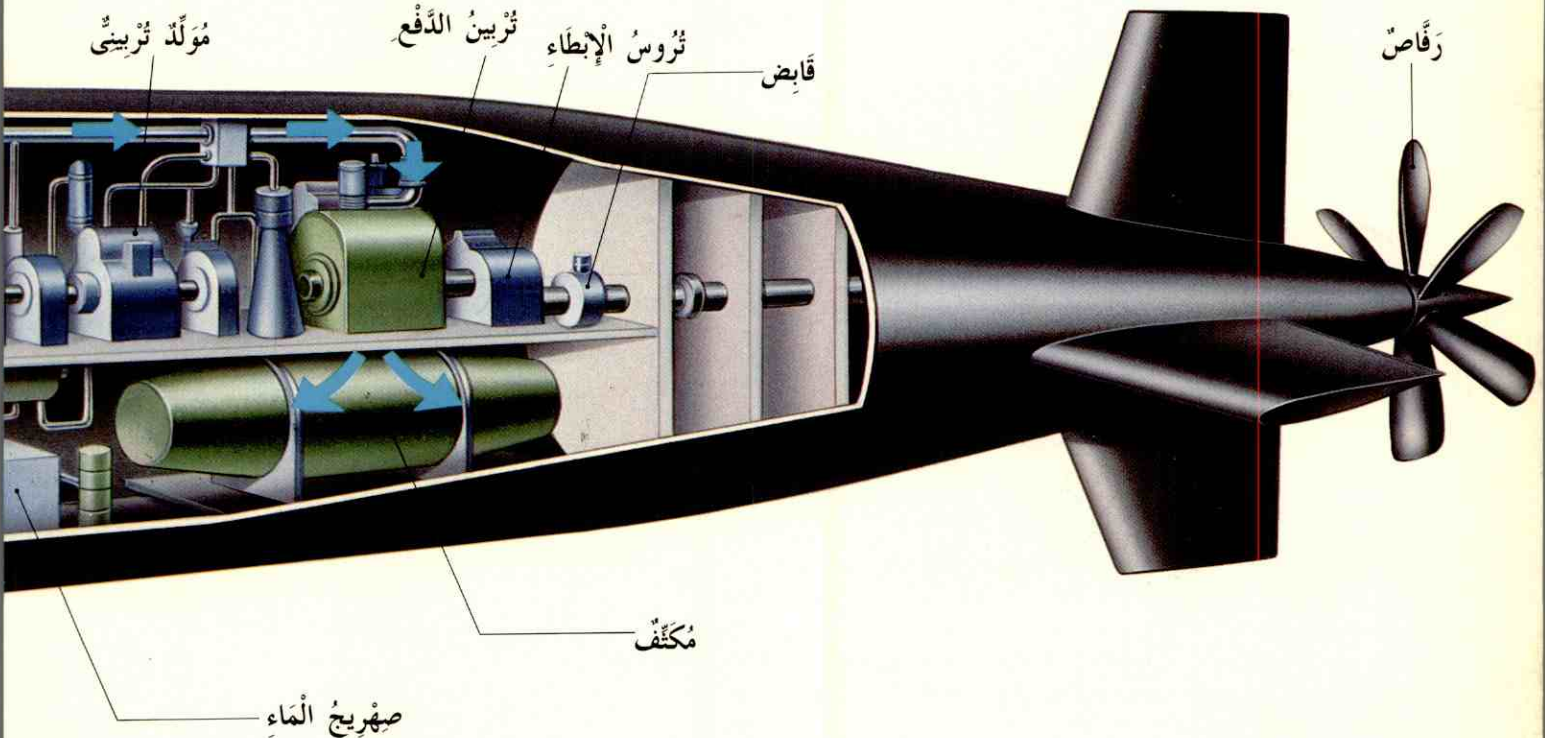
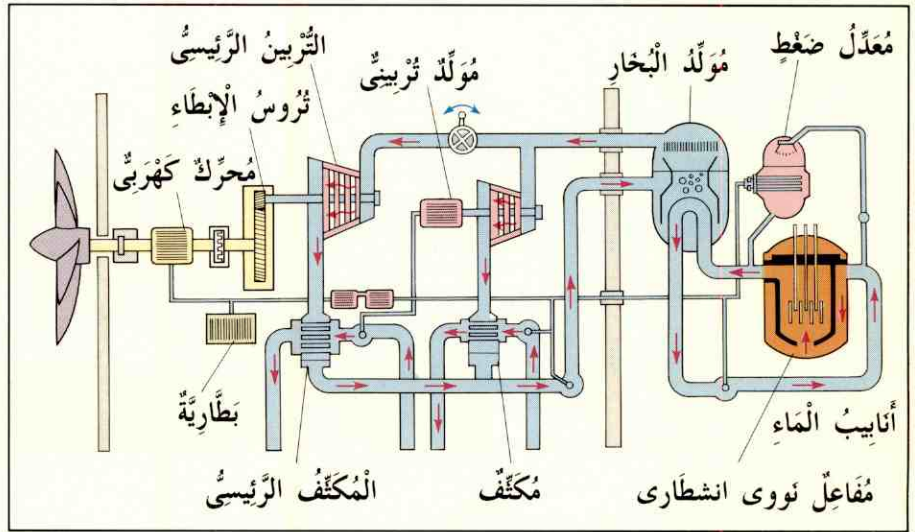
عِنْدَمَا تَوَاجَهُ مُحَطَّمَةُ الْجَلِيدِ جَلِيدًا كَثِيفًا فَإِنَّهَا
تَضْطَرُّ بِهَ ، وَيَنْتَقِلُ الْوَقُودُ مِنْ صَهْرِيحِ أَمَامِي
إِلَى صَهْرِيحِ مُوَازِنَةِ خَلْفِي (يسار قريب) . وَإِذَا
كَانَتْ مُقَدَّمَةُ الْمُحَطَّمَةِ قَدْ اسْتَقَرَّتْ بِإِحْكَامٍ
فَوْقَ الْجَلِيدِ ، فَإِنَّ الْمَضَخَاتِ تَنْقُلُ الْوَقُودَ ثَانِيَةً
إِلَى الصَّهْرِيحِ الْآخَرِ . وَهَذَا الْوِزْنُ الْإِضَافِيُّ
يَكُونُ عَادَةً كَافِيًا لِإِنْهِيَارِ الْجَلِيدِ (أقصى يسار) .

كَيْفَ تَعْمَلُ الْغَوَاصَةُ النَّوَوِيَّةُ؟

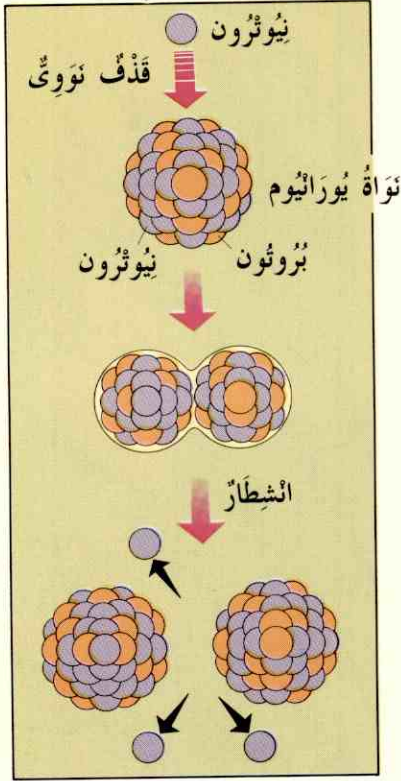
تَبْرِيْدُهُ بِالْمَاءِ بِاسْتِمْرَارٍ لِمَنْعِ زِيَادَةِ التَّسْحِينِ أَوْ الْإِنْصِهَارِ . وَيُفَضَّلُ اسْتِحْدَامُ الْوُقُودِ النَّوَوِيِّ لِلْغَوَاصَاتِ الْعَسْكَرِيَّةِ وَحَامِلَاتِ الطَّائِرَاتِ لِكِفَآئَتِهِ الْعَظِيمَةِ . وَيُمْكِنُ أَنْ تَطُوفَ غَوَاصَةٌ حَوْلَ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ سَبْعَ مَرَّاتٍ إِذَا اسْتَحْدَمَتْ قَدْرًا مِنَ الْيُورَانِيُومِ فِي حَجْمِ كُرَةِ الْجُولْفِ . وَلَكِنَّ الْقُدْرَةَ النَّوَوِيَّةَ لَهَا مَخَاطِرُهَا أَيْضًا ، لَيْسَ فَقَطْ لِلْبَحَارَةِ تَحْتَ تَهْدِيدِ التَّفَاعُلَاتِ الْمُفَاجِئَةِ ، وَلَكِنَّ أَيْضًا لِلْحَيَاةِ الْبَحْرِيَّةِ الَّتِي قَدْ تَسَمَّ بِالنَّفَايَاتِ الْمَشْعَّةِ .

دَاخِلَ الْآلَةِ

فِي الْمُحَرِّكِ النَّوَوِيِّ الْعَادِيِّ (يَمِين) يَنْسَابُ الْمَاءُ الْبَارِدُ تَحْتَ ضَغْطٍ إِلَى وَغَاءِ الْمَفَاعِلِ الْمُحْتَوَى عَلَى الْوُقُودِ اللَّازِمِ لِلْإِنْشِطَارِ . وَيَخْرُجُ مِنَ الْمَفَاعِلِ مَاءٌ سَاخِنٌ يُسْتَحْدَمُ لِتَحْوِيلِ الْمَاءِ إِلَى بُخَارٍ (وَهَذَا الْمَاءُ يُعَادُ تَبْرِيْدُهُ ثُمَّ يَمُرُّ ثَانِيًا فِي الْمَفَاعِلِ) . وَيَدْوُرُّ الْبُخَارُ عَوَارِضَ مُحَرِّكِ تَرْبِيئِيٍّ . وَتَعْمَلُ تُرُوسُ الْإِبْطَاءِ عَلَى تَحْوِيلِ الدَّوَرَانِ السَّرِيعِ لِلتَّرْبِيئِ إِلَى دَوَرَانٍ أبطأَ لِمَحَرِّكِ الدَّفْعِ الْكَهْرَبِيِّ وَالرَّفَاصِ ، حَيْثُ إِنَّ كِلَاهُمَا يَحْتَاجُ إِلَى سُرْعَةٍ دَوَرَانٍ أَقْلَ . وَيُعْذَى الْمَحَرِّكُ الْبَطَّارِيَّاتِ بِالْكَهْرَبَاءِ أَيْضًا لِإِسْتِحْدَامِ فِيمَا بَعْدُ .



إحداث الانشطار النووي
داخل المفاعل النووي يتم إحداث
تصادم للنواة المكونة من
نيوترونات وبروتونات بواسطة
نيوترون حر (أسفل). فتتقسم
النواة، وتحرر نيوترونات تصدم
ذرات أخرى وتسبب تفاعلاً
متسلسلاً من الانشطار النووي.
وينتج عن ذلك انطلاق كميات
هائلة من الطاقة الحرارية.



غواصة نووية تبحر قرب الساحل
عند سطح الماء. وتحتاج مثل
هذه الغواصات إلى تجديد وقودها
مرة كل سنتين أو ثلاث.

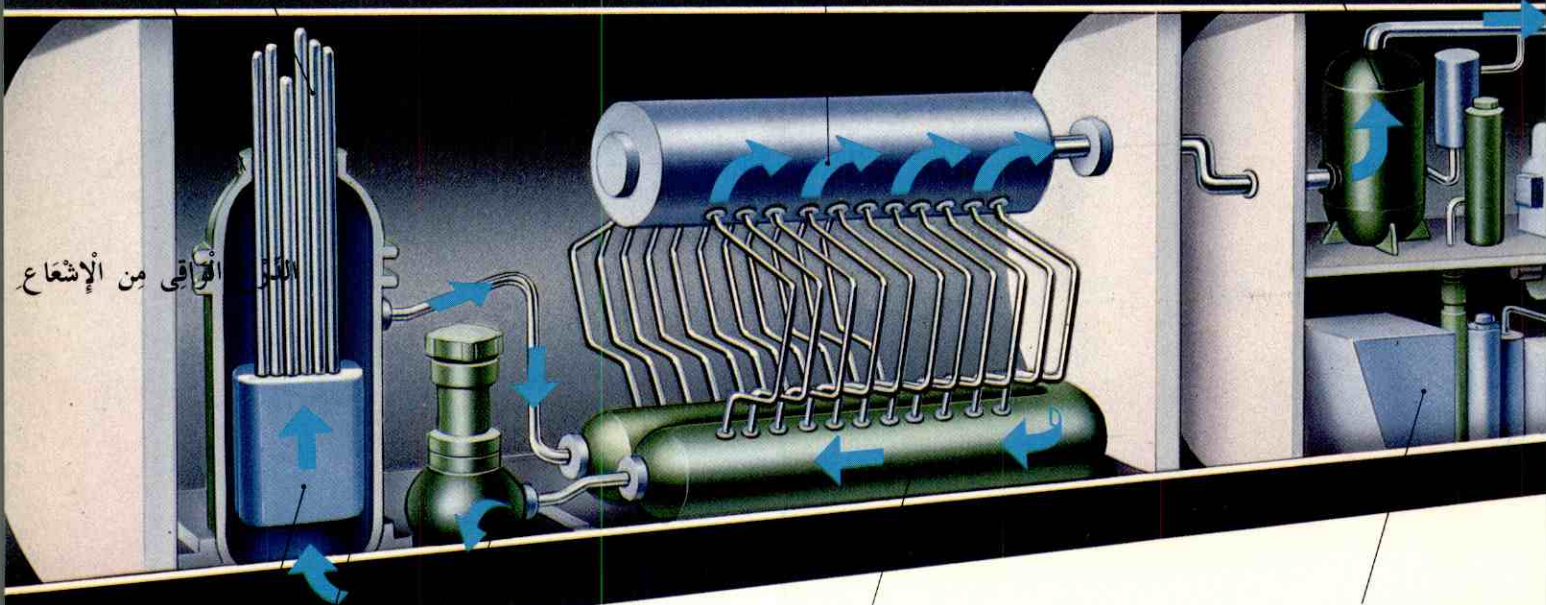
يراقب المشغلون في غرفة المراقبة
المياه المحيطة بالغواصة من خلال
بيروسكوب. ويساعد في الملاحة
أيضاً الرادار والسونار والراديو
وكاميرات المسح الجانبية.

مفاعل نووي

قضبان تحكم

بخار ماء

وحدة فصل الماء

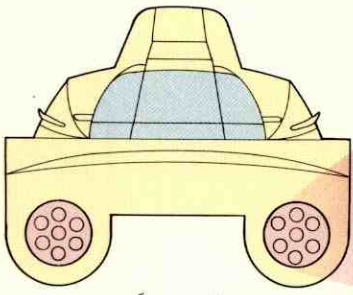


مضخة الدورة ماء تبريد وقود اليورانيوم

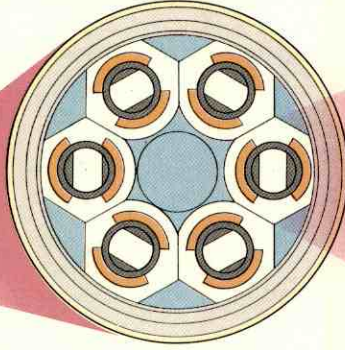
مبادل حراري

صهرنج تغذية المياه

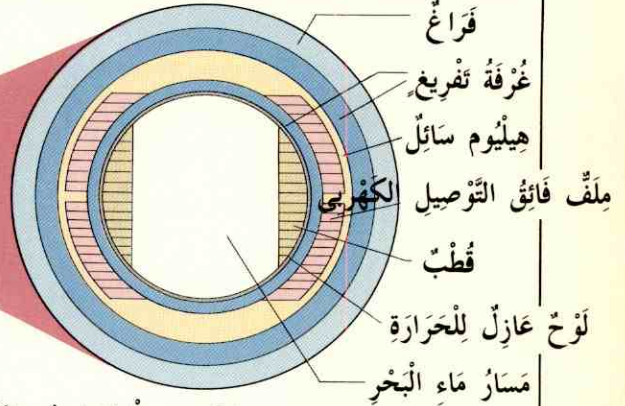
مَا الشَّكْلُ الْمَتَوَقَّعُ



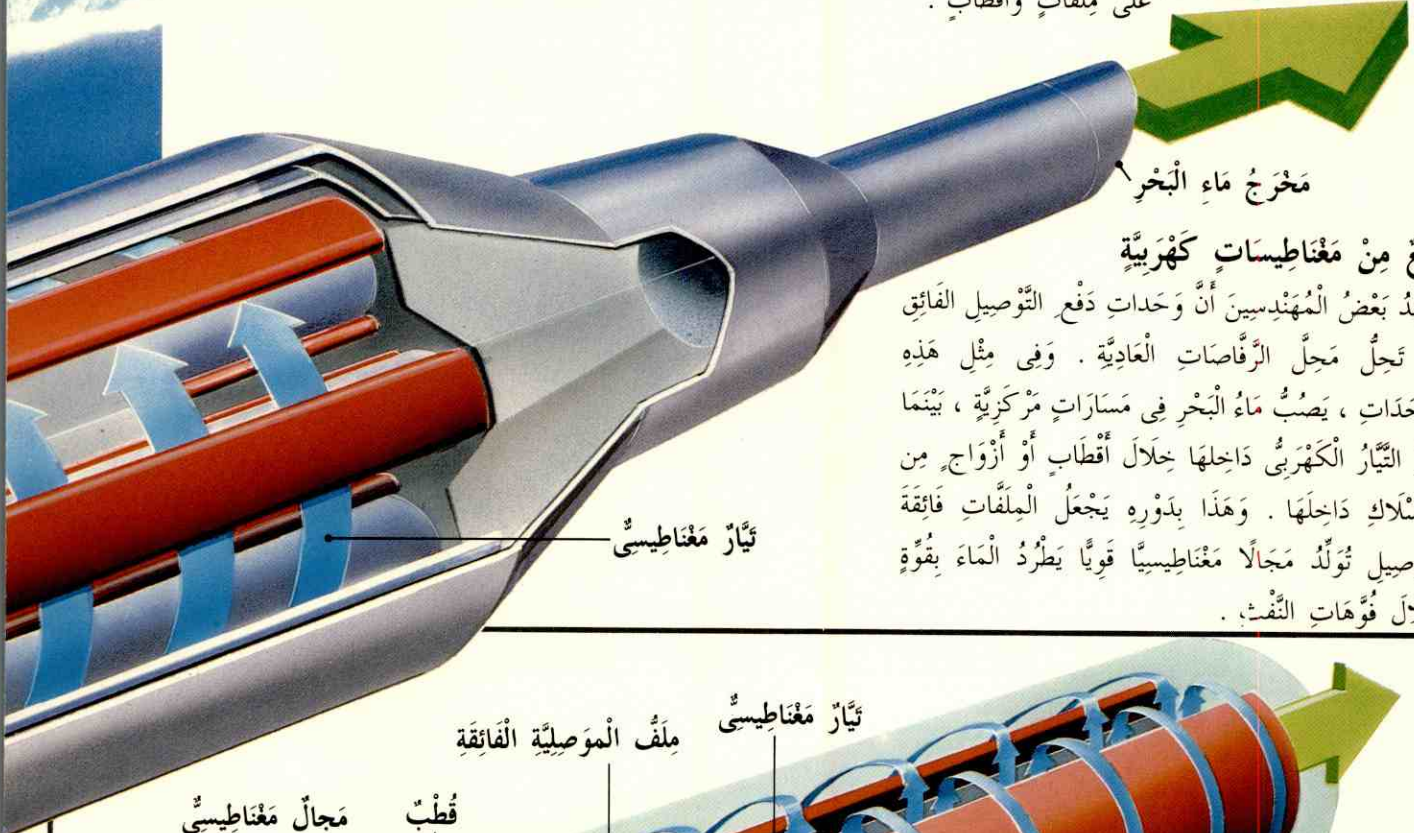
وَحَدَاتَا دَفْعٍ تَوَاقُمُ بَدَاخِلَهُمَا
مَغْنَطِيسَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ وَضَعَتَا
تَحْتَ الْجَذَعِ .



فِي كُلِّ وَحْدَةٍ سِتَّةُ مَغْنَطِيسَاتٍ
تَوَلَّدَ مَجَالًا مَغْنَطِيسِيًّا .

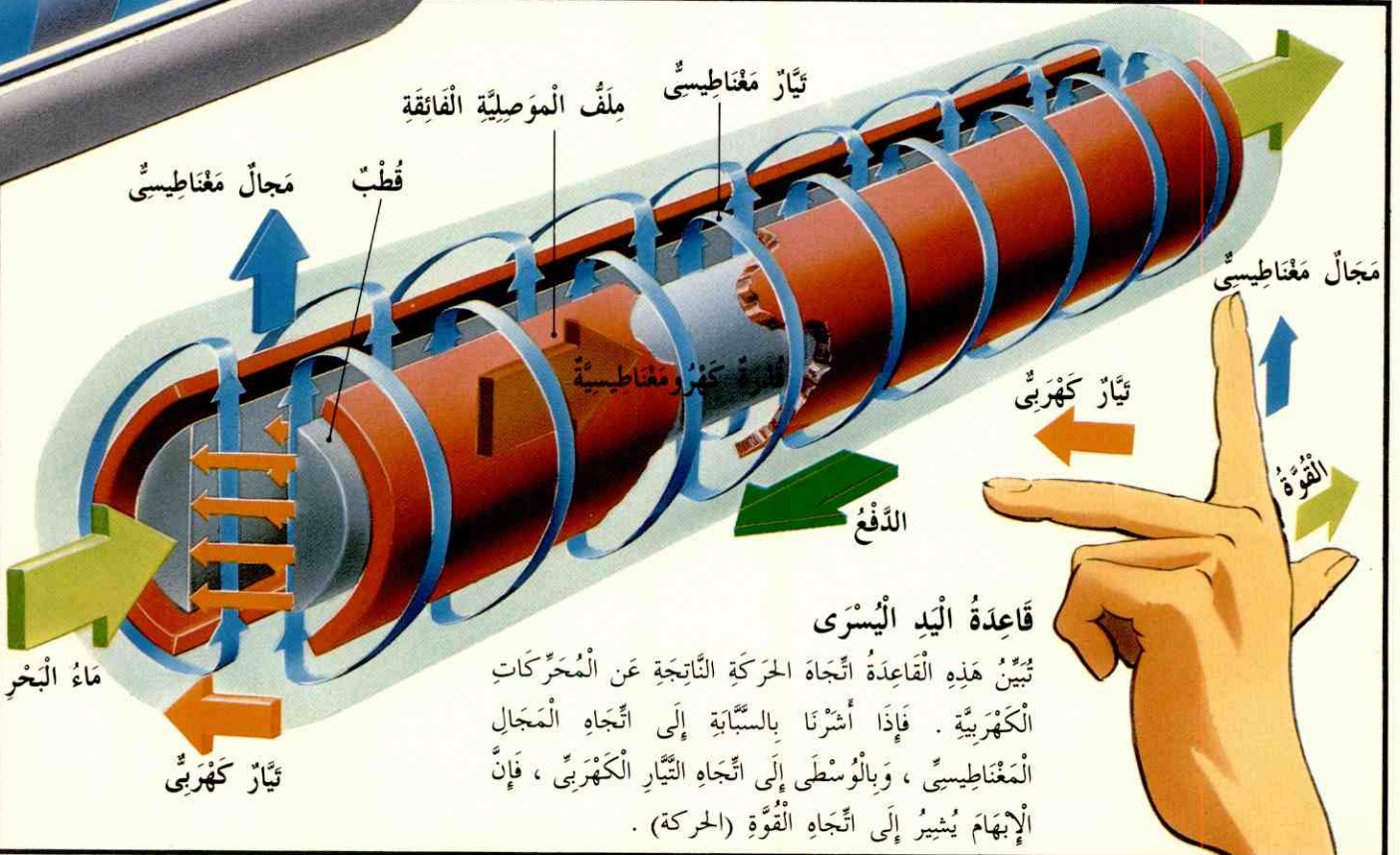


يَحْتَوِي الْمَغْنَطِيسُ الكَهْرَبِيُّ
عَلَى مِلْفَاتٍ وَأَقْطَابٍ .



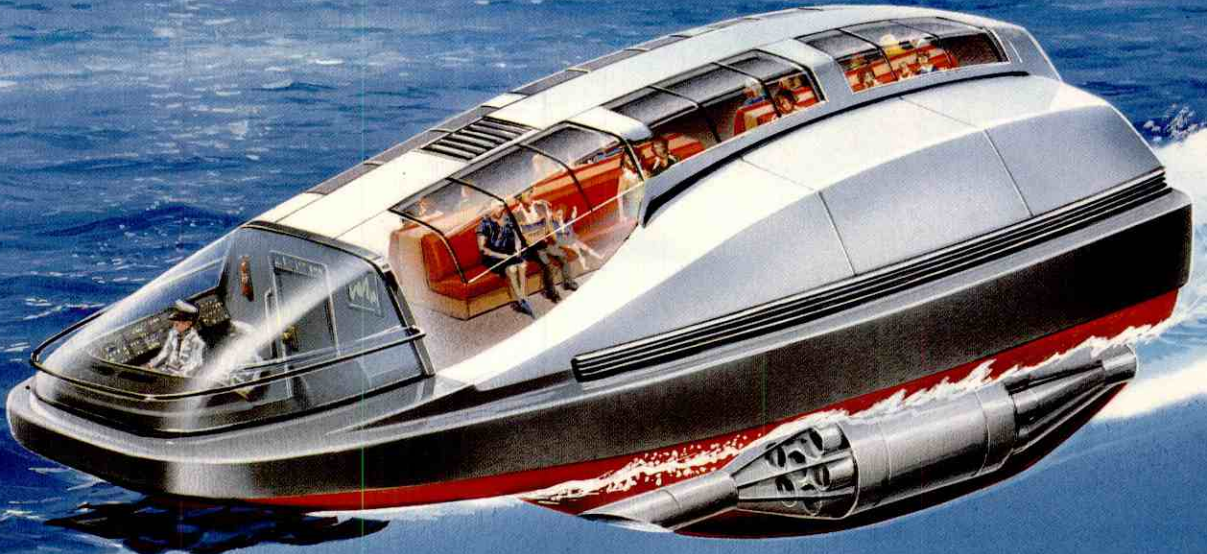
دَفْعٌ مِنْ مَغْنَطِيسَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ

يَعْتَقِدُ بَعْضُ الْمُهَنْدِسِينَ أَنَّ وَحَدَاتِ دَفْعِ التَّوْصِيلِ الْفَائِقِ
قَدْ تَحُلُّ مَحَلَّ الرِّفَاصَاتِ الْعَادِيَّةِ . وَفِي مِثْلِ هَذِهِ
الْوَحَدَاتِ ، يَصُبُّ مَاءُ الْبَحْرِ فِي مَسَارَاتٍ مَرْكَزِيَّةٍ ، بَيْنَمَا
يَمُرُّ التَّيَّارُ الكَهْرَبِيُّ دَاخِلَهَا خِلَالَ أَقْطَابٍ أَوْ أَرْوَاجٍ مِنْ
الْأَسْلَاحِ دَاخِلَهَا . وَهَذَا يَدْوَرُهُ يَجْعَلُ الْمِلْفَاتِ فَائِقَةَ
التَّوْصِيلِ تَوَلَّدَ مَجَالًا مَغْنَطِيسِيًّا قَوِيًّا يَطْرُدُ الْمَاءَ بِقُوَّةٍ
خِلَالَ فُوهَاتِ التَّنْفِثِ .



قَاعِدَةُ الْيَدِ الْيُسْرَى

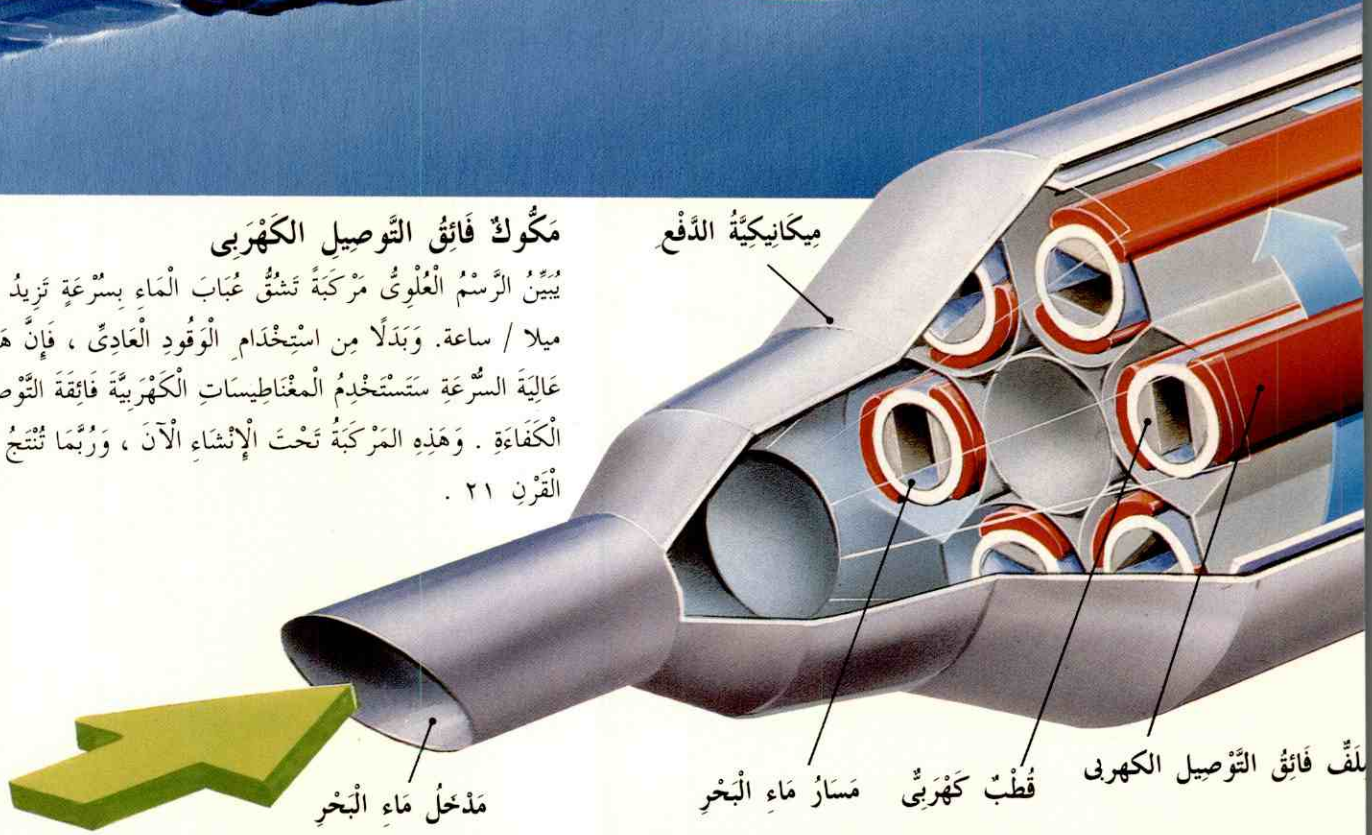
تُبَيِّنُ هَذِهِ الْقَاعِدَةُ اتِّجَاهَ الْحَرَكَةِ النَّاتِجَةِ عَنِ الْمُحَرِّكَاتِ
الْكَهْرَبِيَّةِ . فَإِذَا أَشْرْنَا بِالسَّبَّابَةِ إِلَى اتِّجَاهِ الْمَجَالِ
الْمَغْنَطِيسِيِّ ، وَبِالْوَسْطَى إِلَى اتِّجَاهِ التَّيَّارِ الكَهْرَبِيِّ ، فَإِنَّ
الْإِبْهَامَ يُشِيرُ إِلَى اتِّجَاهِ الْقُوَّةِ (الْحَرَكَةِ) .



مَكُونُ فَائِقِ التَّوَصِيلِ الكَهْرَبِيِّ

يُبينُ الرَّسْمُ العُلُوِّي مَرَكِبَةً تُشَقُّ عُبَابُ المَاءِ بِسُرْعَةٍ تَزِيدُ عَلَى ٦٠ ميلاً / ساعة. وَبَدَلًا مِنْ اسْتِخْدَامِ الوُقُودِ العَادِيّ ، فَإِنَّ هَذِهِ النَّاَقِلَةَ عَالِيَةَ السَّرْعَةِ سَتَسْتَخْدِمُ المَغْنَطِيسَاتِ الكَهْرَبِيَّةَ فَائِقَةَ التَّوَصِيلِ عَالِيَةَ الكِفَاءَةِ . وَهَذِهِ المَرَكِبَةُ تُحْتَثُ الْإِنْشَاءَ الْآنَ ، وَرُبَّمَا تُنْتِجُ فِي أَوَائِلِ القَرْنِ ٢١ .

مِكَانِيكَةُ الدَّفْعِ



وَقَدْ أَشَارَ أَحَدُ البُّحُوثِ الحَدِيثَةِ إِلَى وُجُودِ مَوَادِّ فَائِقَةِ التَّوَصِيلِ عِنْدَ دَرَجَاتِ حَرَارَةِ العُرْفَةِ أَوْ قَرِيبِ مِنْهَا . وَقَدْ تَدْخُلُ إِلَى حَيَازِ الاسْتِخْدَامِ المُبَرِّدَاتُ مِثْلُ النِّيتْرُوجِينِ السَّائِلِ . وَأَحَدُ أَجْهَزَةِ الدَّفْعِ المُقْتَرَحَةِ (الظَّاهِرِ مَقْطَعُهَا أَعْلَى) قَدْ تَسْتَخْدِمُ مَغْنَطِيسَاتِ التَّوَصِيلِ الفَائِقِ لِدَفْعِ المَاءِ بِسُرْعَاتٍ عَالِيَةٍ مِنْ قُوَّهَاتٍ ، فَتَوَلَّدُ الدَّفْعُ الَّذِي يُسِيرُ السُّفْنَ . وَسَتَعْمَلُ مِثْلُ هَذِهِ الأَجْهَزَةِ بِكَهْرَبِيَّةٍ قَلِيلَةٍ .

يَحْلُمُ المِهْنَدِسُونَ بِالسُّفْنِ فَائِقَةِ التَّوَصِيلِ الَّتِي قَدْ تُلْغِي سَفْنَ الدَّفْعِ العَادِيّ الَّتِي وَقُودُهَا التَّفْطُّ أَوْ الفَحْمُ . وَالتَّوَصِيلُ الفَائِقُ ظَاهِرَةٌ فِيزِيَاءِيَّةٌ فِي بَعْضِ المَعَادِنِ حَيْثُ لَا تَقَاوِمُ مُرُورَ التِّيَّارِ الكَهْرَبِيِّ عِنْدَ دَرَجَاتِ الحَرَارَةِ المُنْخَفِضَةِ جَدًّا . وَإِذَا اسْتَحْثَّ التِّيَّارُ فِيهَا ، فَإِنَّهُ يُفْتَرَضُ أَنْ يَسْرَى إِلَى الأَبَدِ ، مِمَّا يَجْعَلُهَا عَالِيَةَ الكِفَاءَةِ .

مَا هِيَ غَوَاصَةُ الْأَعْمَاقِ السَّحِيقَةِ؟

■ غَوَاصَةُ أَعْمَاقٍ سَحِيقَةٍ

مُيِّنُ سَرَيَانِ التَّيَّارِ

مُسْتَقْبَلُ بَاحِثِ الْعُمُقِ

مِسْرُ أَعْمَاقِ الْمُلَاحَظَةِ

هَوَائِي

دَفَاعُ أَفْقَى

غِلَافُ غُرْفَةِ مُكَيِّفَةِ الضَّغْطِ

دَفَاعُ رَأْسِي

لَوْحَةُ تَشْغِيلِ الرَّادِيُو

أَسْطُوَانَةُ أُكْسِجِينِ

طَفَّائِيَّةُ حَرِيقِ

بَطَّارِيَّةُ طَوَّارِيءَ

كَامِيرَا مُقَوَّاةٌ بِالصُّلْبِ

مُسْجَلُ فِيدِيُو (VTR)

كَامِيرَا فِيدِيُو

ضَوْءُ مُتَقَطِّعٍ مَبْهَرٍ (فَلَاش)

غَلِيَّةُ ثَانِي أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ

مُرْسِلُ

اتِّصَالَاتٍ تَحْتَ مَائِيَّةٍ

كَامِيرَا فِيدِيُو

أَضْوَاءُ غَامِرَةٍ

مِنْظَارُ

غُرْفَةُ تَحْكُمِ

وَعَاءُ الْمَيَّاتِ ثِقَلُ الْمَوَازِينِ

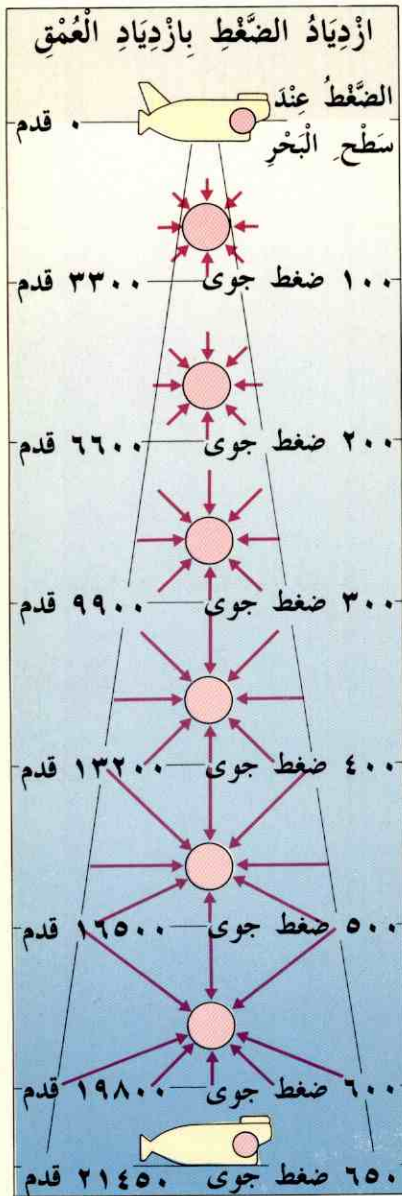
فَاصِلُ ثِقَلِ الْمَوَازِينِ

فِرَاقُ الْمَوَازِينِ

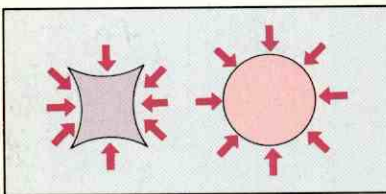
غَوَاصَاتُ الْأَعْمَاقِ السَّحِيقَةِ وَمِنْهَا كُرَاتُ الْأَعْمَاقِ ، هِيَ غَوَاصَاتٌ صَغِيرَةٌ غَالِيَةُ التَّخْصُّصِ ، تَحْلُمُ بِصِفَةِ عَامَّةِ الْأَغْرَاضِ الْعِلْمِيَّةِ أَكْثَرَ مِنَ الْأَغْرَاضِ الْعَسْكَرِيَّةِ . وَقَدْ

جَابَتْ هَذِهِ الْمَرْكَبَاتُ الصَّغِيرَةَ الْمُحِيطَاتِ لِتَسْجَلَ الْأَعْمَاقَ ، وَهِيَ مَصْنُوعَةٌ مِنَ الْمَعَادِنِ شَدِيدَةِ الصَّلَابَةِ مِثْلَ التِّيْتَانِيُومِ أَوْ مُدَعَمَةً بِهَا . وَفِي عَامِ ١٩٦٠ ، قَامَتْ غَوَاصَةُ الْأَعْمَاقِ الْفَرَنْسِيَّةُ تَرِيستَا بِأَعْمَقِ غَوْصٍ عَلَى الْإِطْلَاقِ ، حَيْثُ نَزَلَتْ إِلَى عُمُقِ ٣٥٨٠٢ قَدَمٍ حَتَّى قَاعِ أُحْدُودِ مَارِيَانَا فِي الْمَحِيطِ الْهَادِي . وَتَعْمَلُ هَذِهِ الْغَوَاصَاتُ تَحْتَ ضَعْفٍ يُعَادِلُ أَلْفَ مَرَّةٍ

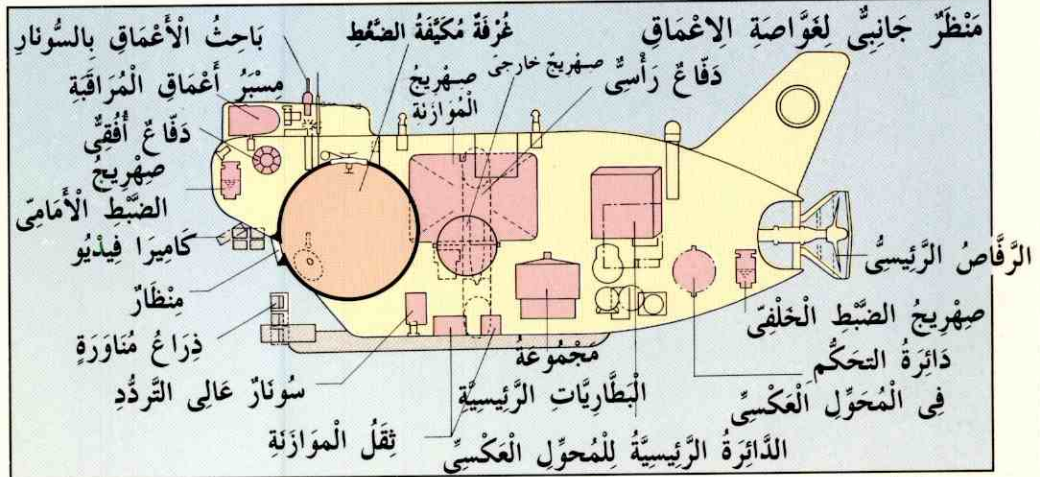
الضَّغْطَ الْجَوِّيَّ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ ، فَتَمْسَحُ وَتَصَوِّرُ تَضَارِيسَ الْأَرْضِ تَحْتَ الْمَاءِ بِكَامِيرَاتٍ ثَابِتَةٍ وَكَامِيرَاتٍ فِيدْيُو . وَتَجْمَعُ عَيِّنَاتٍ جِيُولُوجِيَّةً وَيُولُوجِيَّةً بِوَاسِطَةِ الْأَذْرُعِ الْآلِيَّةِ ، وَتَحْمِلُ هَذِهِ الْعَيِّنَاتُ إِلَى السَّطْحِ فِي صَنَادِيْقٍ شَبَكِيَّةٍ . وَتُسْتَعْمَدُ هَذِهِ الْأَذْرُعُ أَيْضًا فِي إِصْلَاحِ التَّجْهِيزَاتِ عَلَى خُطُوطِ الْأَنْابِيبِ أَوْ كَابِلَاتِ الْإِتِّصَالَاتِ .



بِازْدِيَادِ الْعُمُقِ بِمِقْدَارِ ٣٣٠٠ قَدَمٍ يَزِيدُ الضَّغْطُ بِمِقْدَارِ ١٠٠ ضَغْطٍ جَوِّيٍّ .



تُوزَعُ الْكَرَاتُ الضَّغْطَ أَفْضَلَ مِنَ الْمَكْعَبَاتِ الَّتِي يَسْهُلُ انْهِيَارُهَا .



غَوَاصَةُ أَعْمَاقِ

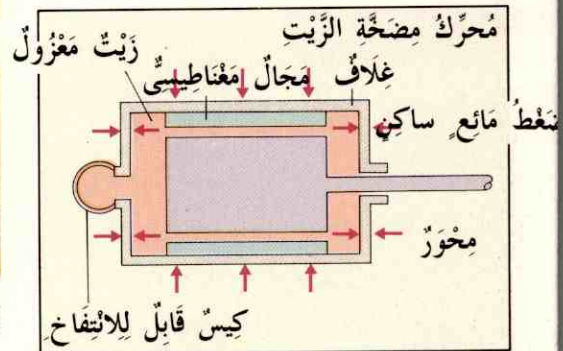
هَذِهِ الْغَوَاصَةُ تَجْعَلُ مَقْصُورَةَ الطَّاقَمِ الْكُرُوِيَّةَ الْمُقَوَّاةَ خَاصِصَةً لِطَوْفٍ كَبِيرٍ مَمْلُوءٍ بِالْبَنْزِينِ . وَتُمَلَأُ صَهَارِيْجُ الْمَوَازِنَةِ دَاخِلَ هَذَا الطَّوْفِ بِمَاءِ الْبَحْرِ عِنْدَ الْغَوْصِ وَتُفْرَغُ عِنْدَ الصُّعُودِ . وَيُوجَّهُ الْجُزْءُ الْخَارِجِيُّ مِنَ الْغَوَاصَةِ — بِأَضْوَائِهِ الْغَامِرَةِ وَكَامِيرَاتِ تِلْفِزِيَّةٍ وَ ٣٥ مِمَّ وَأَضْوَاءٍ مُتَقَطَّعَةٍ مُبْهَرَةٍ نَحْوَ رُؤْيَا أَعْمَاقِ الْمَحِيطِ الضَّيِّلَةِ الْإِضَاءَةِ .



يَزْدَجِمُ السَّطْحُ الدَّاخِلِيُّ لِمَقْصُورَةِ الْفِنِ الضَّيِّقَةِ بِالْأَجْهَزَةِ .



سَاعَدَتْ غَوَاصَةُ الْأَعْمَاقِ أَلْفِينَ (أَعْلَى) فِي الْإِكْتِشَافَاتِ الرَّائِدَةِ تَحْتَ الْمَاءِ .

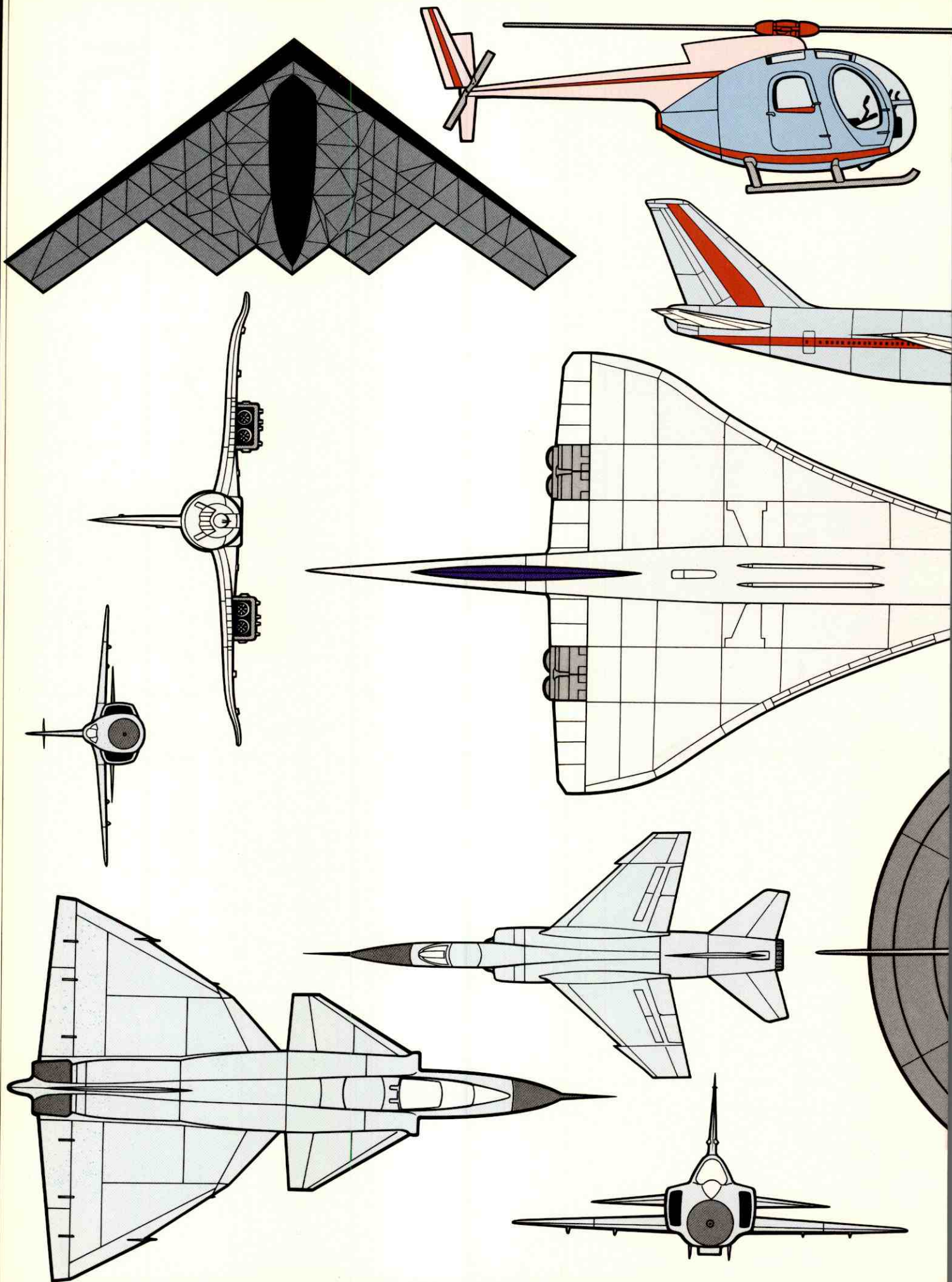


يَنْتَشِرُ تَأْثِيرُ الضَّغْطِ بِوَاسِطَةِ الصَّهَارِيْجِ الْمَمْلُوءَةِ بِالْبَنْزِينِ وَكِيسٍ قَابِلٍ لِلانْتِفَاحِ .

5 الحُلم بالسَّمَاوَاتِ

حُلْمُ الْبَشَرِيَّةِ الْقَدِيمُ بِالطَّيْرَانِ أَصْبَحَ حَقِيقَةً عَامَ ١٩٠٣ عِنْدَمَا اخْتَرَعَ أُوْرْفِيلُ وَوَلْبِرُ رَايْت آلَةً خَفِيفَةً وَلَكِنَّهَا قَوِيَّةٌ وَقَادِرَةٌ عَلَى دَفْعِ مَرْكَبَةٍ هَوَائِيَّةٍ . وَكَانَ كَبَاسُ هَذِهِ الْآلَةِ يَعْمَلُ مِثْلَ أَحْفَادِهَا الْحَالِيْنَ بِنَفْسِ نَظَرِيَّةِ آلَةِ الْإِخْتِرَاقِ الدَّاخِلِيِّ لِلسَّيَّارَةِ وَلَكِنَّهُ يَسْتَخْدِمُ قُدْرَتَهُ لِيُدِيرَ شِفْرَاتِ رَقَاصٍ بَدَلًا مِنْ تَدْوِيرِ عُمُودِ الْحَرَكَةِ . وَقَدْ اخْتَرَعَ خِلَالَ الْحَرْبِ الْعَالَمِيَّةِ الثَّانِيَةِ نَوْعَ ثَانٍ مِنْ آلَاتِ الْمَرْكَبَاتِ الْهَوَائِيَّةِ وَهِيَ النَّفَّاثَةُ الَّتِي تَعْمَلُ بِحَرْقِ الْوَقُودِ مَعَ الْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ . وَتَنْدَفِعُ الْغَازَاتُ النَّاتِجَةُ الْمُرْتَفَعَةُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ عَلَى شَكْلِ تَيَّارٍ عَادِمٍ سَرِيعٍ يُؤَلِّدُ الدَّفْعَ اللَّازِمَ لَتَسْيِيرِ الْمَرْكَبَةِ الْهَوَائِيَّةِ . وَبِفَضْلِ التَّقْنِيَّاتِ الْحَدِيثَةِ فِي التَّصْمِيمِ وَالْإِنْشَاءِ ، وَالْمَوَادِّ الْجَدِيدَةِ ، وَتِكْنُولُوجِيَا الْحَاسِبِ الْآلِيِّ ، أُمَكِّنَ تَقْلِيلُ كُلِّ مَنْ حَجْمِ وَأَجْهَازَةِ الطَّائِرَةِ الْأُولَى لِأَخْوَانِ رَايْتِ . وَالْيَوْمَ تَحْمِلُ الْجَائِمُو النَّفَّاثَةُ الْعِمْلَاقَةَ حَتَّى ٥٥٠ رَاكِبًا ، بَيْنَمَا وَصَلَتْ سُرْعَةُ الطَّائِرَاتِ الْعَسْكَرِيَّةِ إِلَى مِقْدَارٍ مُذْهِلٍ يَبْلُغُ عِدَّةَ آلَافِ الْأَمْيَالِ فِي السَّاعَةِ . وَأَصْبَحَتْ بَعْضُ الطَّائِرَاتِ مُمْتَازَةً بِطَرِيقَةٍ غَيْرِ عَادِيَّةٍ ، فَيُمْكِنُهَا الْإِقْلَاعُ وَالْهَبُوطُ دُونَ حَاجَةٍ إِلَى مَمَرَاتٍ ، وَالطَّيْرَانِ الْجَانِبِيِّ ، وَتَجَنَّبَ الْاِكْتِشَافَ بِوَسَاطَةِ الرَّادَارِ . وَانْتَشَرَتْ فِي الْعَالَمِ مَحَطَّاتُ التَّحْكُمِ فِي مُرُورِ الطَّائِرَاتِ الَّتِي تُرْشِدُ الطَّيَّارِينَ بِأَمَانٍ إِلَى الطَّرِيقِ الصَّحِيحَةِ ، فِي نَفْسِ الْوَقْتِ الَّذِي تُرْشِدُهُمْ فِيهِ أَجْهَازَةُ لَوْحَةِ الْبِمَلَاخَةِ أَمَامَهُمْ إِلَى مَوَاقِعِهِمْ سَوَاءً فَوْقَ الْمُحِيطِ الْوَاسِعِ أَوْ خِلَالَ الضَّبَابِ الْكَثِيفِ .

يَظْهَرُ فِي هَذِهِ الصُّوَرِ تَنَوُّعُ الطَّيْرَانِ (بِدُونِ مَقْيَاسِ رَسْمٍ) ، طَائِرَةُ الْأَخْوَانِ رَايْتِ ، وَهَلِيْكُوتِرَ ، وَقَادِفَةُ قَنَابِلِ مُبَاغِتَةٍ ، وَالْجَائِمُو النَّفَّاثَةُ ٧٤٧ ، وَالْكُونْكَوردُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ ، وَطَائِرَاتُ عَسْكَرِيَّةٍ مُتَنَوِّعَةٍ ، وَسَفِينَةُ هَوَاءٍ أَخْفُ مِنْ الْهَوَاءِ .

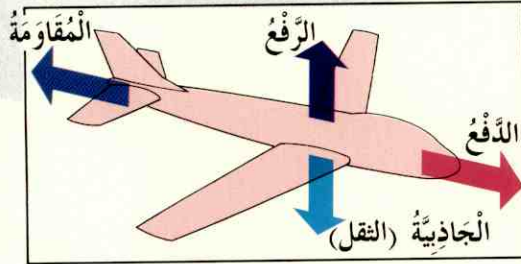


كَيْفَ تَطِيرُ الطَّائِرَةُ ؟

قُوَّةُ الرَّفْعِ

تَطِيرُ الطَّائِرَةُ مِنْ خِلَالِ قُدْرَةِ مُشْتَرَكَةٍ مِنَ الْمُحَرِّكَاتِ وَالرَّفْعِ الْمُسْتَمَدِّ مِنَ الْأَجْنِحَةِ . وَ عِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ الطَّائِرَةُ إِلَى الْأَمَامِ ، يَمُرُّ الْهَوَاءُ فَوْقَ الْأَجْنِحَةِ . وَهَذِهِ الْأَجْنِحَةُ مُحَدَّبَةٌ بِطَرِيقَةٍ تَجْعَلُ سَطْحَهَا الْعُلْوِيَّ أَطْوَلَ مِنْ سَطْحِهَا السُّفْلِيِّ مِمَّا يَجْعَلُ الْهَوَاءَ الْمَارَّ عَلَى السَّطْحِ الْعُلْوِيِّ يَتَحَرَّكُ أَسْرَعَ . وَهَذَا يُؤَدِّي إِلَى مِنْطَقَةٍ ضَعِيفٍ مُنْخَفِضٍ فَوْقَ الْأَجْنِحَةِ . وَيُسَمَّى الْفَرْقُ بَيْنَ الضَّغْطِ أَسْفَلَ وَأَعْلَى الْأَجْنِحَةِ بِقُدْرَةِ الرَّفْعِ . وَتَزْدَادُ قُدْرَةُ الرَّفْعِ بِازْدِيَادِ السَّرْعَةِ ، وَفِي النِّهَايَةِ تَتَغَلَّبُ عَلَى قُوَّةِ الْجَذَابِيَّةِ الْمُؤَثِّرَةِ إِلَى أَسْفَلَ . وَآتِئًا الْإِقْلَاعَ ، تُبَسِّطُ الْقَلَابَاتُ الْإِضَافِيَّةَ لِتُزِيدَ مِسَاحَةَ الْجَنَاحِ وَتَزْدَادُ قُدْرَةُ الرَّفْعِ . وَآتِئًا الطَّيْرَانِ تُغَيِّرُ الطَّائِرَةُ ارْتِفَاعَهَا بِتَعْدِيلِ زَاوِيَةِ مُوَاجَهَةِ الْجَنَاحِ لِلْهَوَاءِ (زَاوِيَةِ الْوُقُوعِ) .

القوى المؤثرة على الطائرة
تعمل الطائرة تحت تأثير قوى الدفع والرفع
والجاذبية والمقاومة .



أثناء الإرتفاع يرفع الطائر
مقدمة الطائرة ويبسط
قلابات الجناح ليزداد قوة
الرفع .

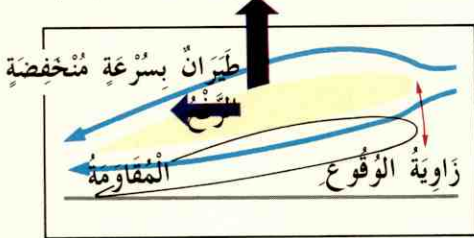


قُوَّةُ الرَّفْعِ وَزَاوِيَةُ الْوُقُوعِ

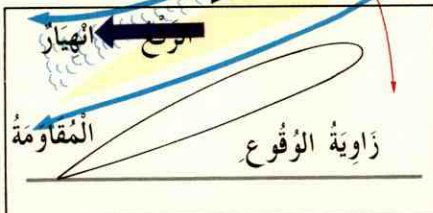
كَيْفَ تُؤَثِّرُ قُوَّةُ الرَّفْعِ عَلَى الْأَجْنِحَةِ ؟



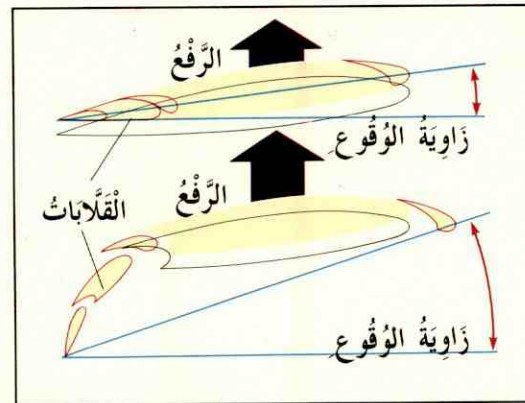
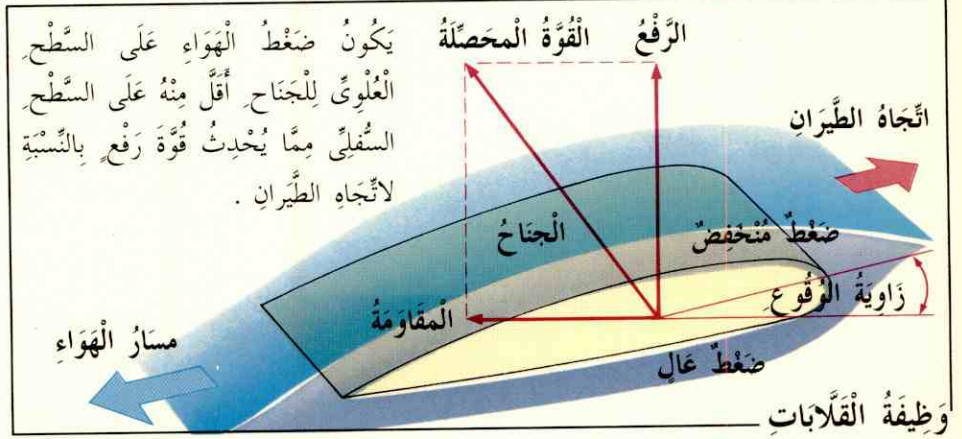
عند الطيران بسرعة عالية ، تكون زاوية
الوقوع صغيرة ، وقوة الرفع والمقاومة كبيرتين .



عند الطيران بسرعة منخفضة ، تكون
زاوية الهجوم حادة ، وقوة الرفع كبيرة جدًا .



إذا زادت زاوية الوقوع عن ١٥° ، قد
يحدث انهيار لأن الدوامات تقلل الرفع .



لِمنع الانهيار عند السرعات المنخفضة ،
تُزَادُ زَاوِيَةُ مِيلِ الْأَجْنِحَةِ بِالْإِرْتِفَاعِ
بِالْمُقَدِّمَةِ بِمُسَاعَدَةِ الْقَلَابَاتِ الَّتِي تَوْجَدُ فِي
مُقَدِّمَةِ الْأَجْنِحَةِ وَنِهَايَاتِهَا . وَعِنْدَمَا تُبَسِّطُ
تَزْدَادُ مِسَاحَةُ سَطْحِ الْأَجْنِحَةِ الْمَعْرُضِ
لِلْإِصْطِدَامِ بِالْهَوَاءِ ، وَتُزِيدُ زَاوِيَةُ الْوُقُوعِ
فَتَزْدَادُ قُوَّةُ الرَّفْعِ . وَتَكُونُ الْقَلَابَاتُ
مُطَوِّبَةً فِي الْأَجْنِحَةِ فِي حَالَةِ عَدَمِ
اسْتِعْمَالِهَا .

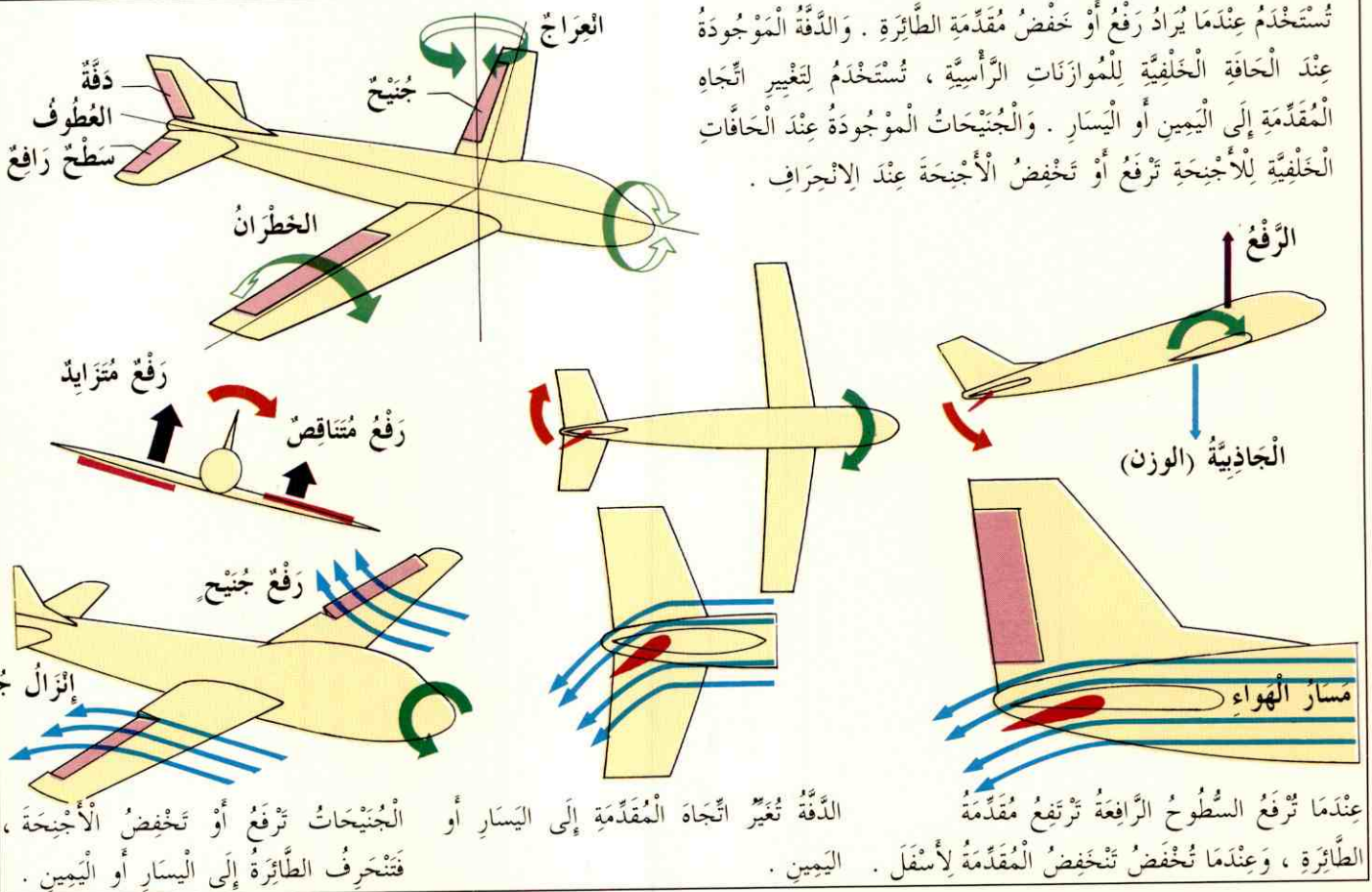
مَسَارُ الْهَوَاءِ

الْجَنَاحُ

يَتَحَرَّكُ الْهَوَاءُ فَوْقَ الْجَنَاحِ أَسْرَعَ مِمَّا يَتَحَرَّكُ
أَسْفَلَهُ . وَيَقِلُّ ضَعْفُ الْهَوَاءِ فَوْقَ السَّطْحِ
الْعُلَوِيِّ لِلْجَنَاحِ فَتَنْشَأُ قُوَّةُ الرَّفْعِ .

السُّطُوحُ الرَّافِعَةُ وَالْدَّفَاقَاتُ وَالْجُنَيْحَاتُ

السُّطُوحُ الرَّافِعَةُ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ الْحَافَاتِ الْخَلْفِيَّةِ لِلْمَوَازِنَاتِ الْأُفْقِيَّةِ
تُسْتَعْمَدُ عِنْدَمَا يُرَادُ رَفْعُ أَوْ خَفْضُ مُقَدِّمَةِ الطَّائِرَةِ . وَالْدَّفَاقَةُ الْمَوْجُودَةُ
عِنْدَ الْحَافَةِ الْخَلْفِيَّةِ لِلْمَوَازِنَاتِ الرَّأْسِيَّةِ ، تُسْتَعْمَدُ لِتَغْيِيرِ اتِّجَاهِ
الْمُقَدِّمَةِ إِلَى الْيَمِينِ أَوْ الْيَسَارِ . وَالْجُنَيْحَاتُ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ الْحَافَاتِ
الْخَلْفِيَّةِ لِلْأَجْنِحَةِ تَرْفَعُ أَوْ تَخْفِضُ الْأَجْنِحَةَ عِنْدَ الْإِنْحِرَافِ .



كَيْفَ تَعْمَلُ الطَّائِرَاتُ ذَاتُ الْمَرَاوِحِ؟



طَائِرَةٌ مَرُوحِيَّةٌ تُقْلِعُ فِي الْهَوَاءِ بِفَضْلِ الْقُوَّةِ النَّاتِجَةِ
عَنِ الدَّوْرَانِ السَّرِيعِ لِرِيشِ الْمَرُوحَةِ .

قَبْلَ اخْتِرَاعِ الْمُحَرِّكَاتِ النَّفَّاثَةِ ، كَانَتْ جَمِيعُ الطَّائِرَاتِ
تُسْتَعْدَمُ مَرَاوِحَ تَدُورُ بِوَاسِطَةِ كَبَاسَاتِ آلَاتِ الْإِخْتِرَاقِ
الِدَّاخِلِيِّ كَمَا فِي السِّيَّارَاتِ . وَمَقْطَعُ كُلِّ مِنْ رِيشِ الْمَرُوحَةِ
يُشَبِّهُ مَقْطَعَ جَنَاحِ الطَّائِرَةِ . وَعِنْدَمَا تَدُورُ الْمَرُوحَةُ ، فَإِنَّ تَيَّارَ
الْهَوَاءِ أَمَامَ سَطْحِ الْعَوَارِضِ يَتَحَرَّكُ أَسْرَعَ مِنْهُ خَلْفَهَا .
وَالضَّغْطُ الْمُنْخَفِضُ النَّاتِجُ أَمَامَ الْمَرُوحَةِ يُحْدِثُ قُوَّةَ تَسْيِيرٍ
إِلَى الْأَمَامِ . وَيَتَنَاسَبُ مِقْدَارُ هَذِهِ الْقُوَّةِ تَنَاسُبًا طَرْدِيًّا مَعَ
سُرْعَةِ دَوْرَانِ الْمَرُوحَةِ .

قُوَّةُ التَّسْيِيرِ إِلَى الْأَمَامِ

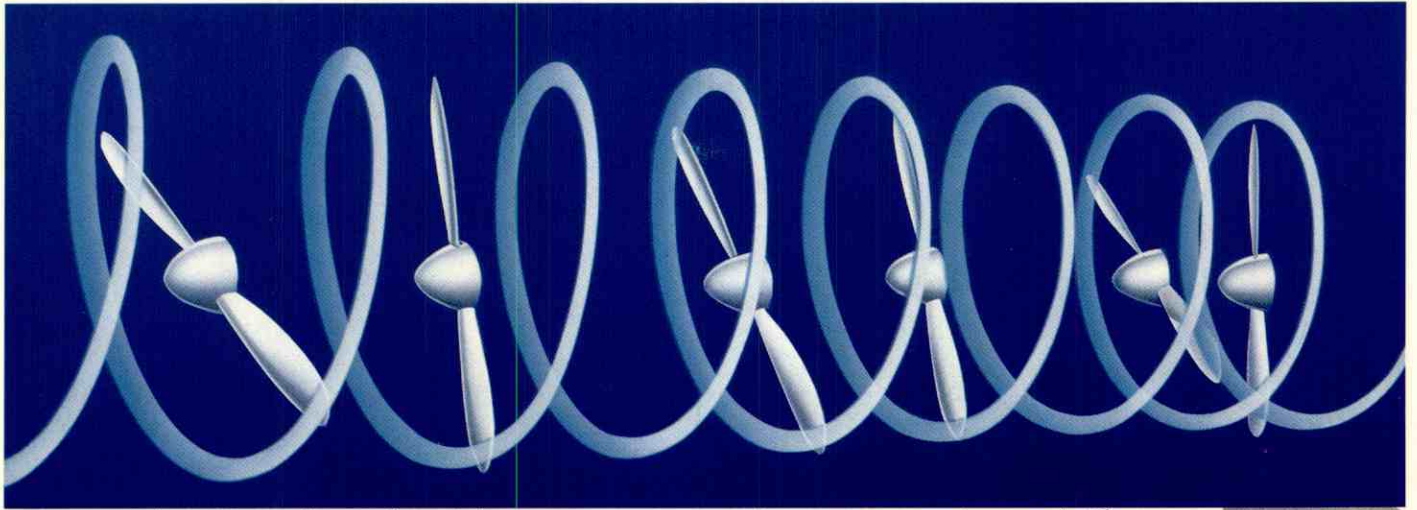
مَرُوحَةٌ مُتَغَيِّرَةُ الْخُطْوَةِ

اتِّجَاهُ الدَّوْرَانِ

جَنَاحٌ

مُحَرِّكٌ

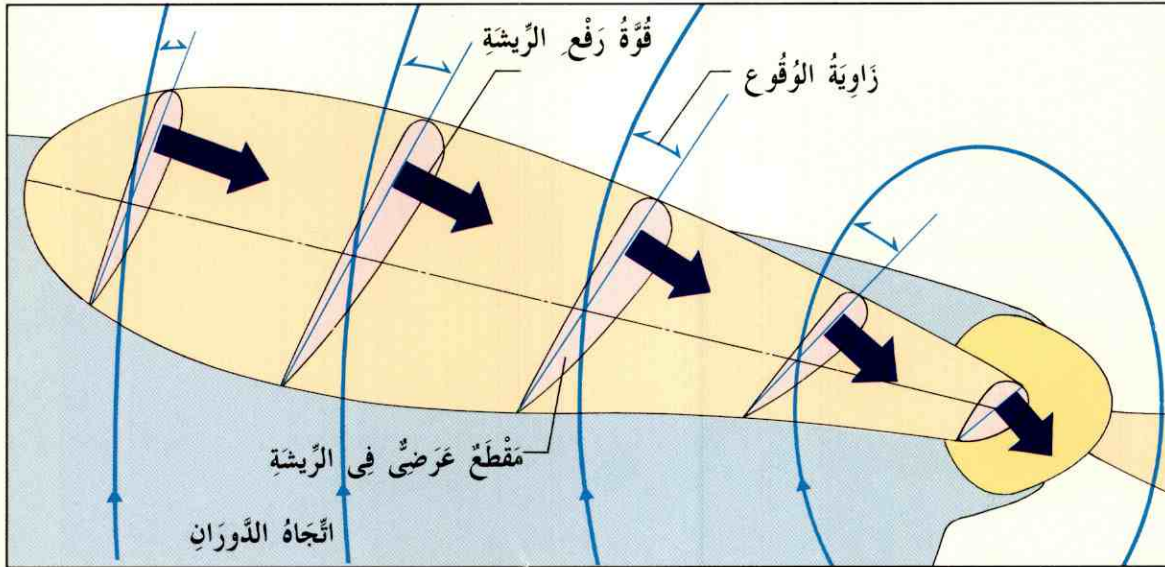
يَتَحَرَّكُ الْهَوَاءُ أَسْرَعَ فَوْقَ رِيشَةِ الْمَرُوحَةِ
الدَّوَّارَةِ . وَهَذَا يُقَلِّلُ ضَغْطَ الْهَوَاءِ أَمَامَهَا ،
وَيَجْعَلُ الطَّائِرَةَ تَتَحَرَّكُ إِلَى الْأَمَامِ .



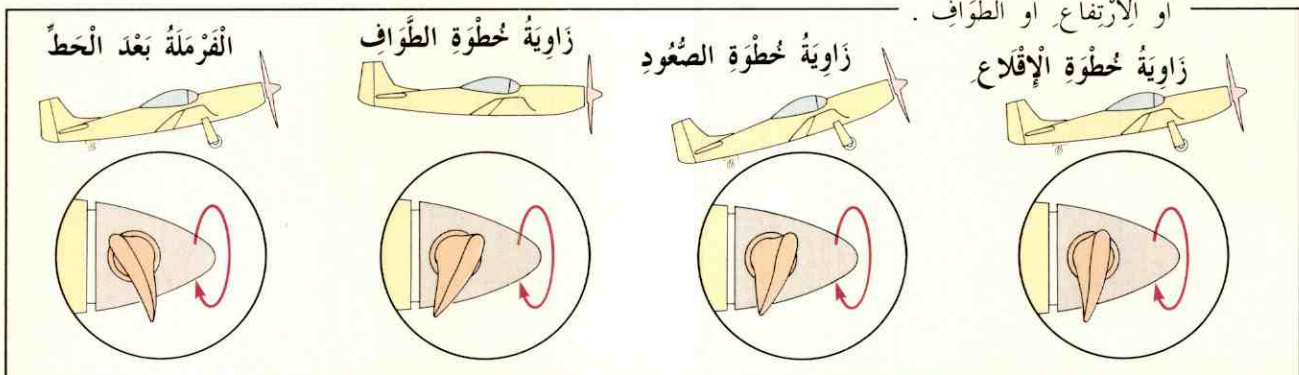
تُرسَّم أطراف ريش المروحة الدَّوَّارَة في الهواء مسارًا حلزونيًّا . وَكَمِّيَّةُ الهواء الَّتِي تَتَعَامَلُ مَعَهَا المِروحةُ تَتَوَقَّفُ عَلَى حَجْمِ الرِّيشَةِ وَسُرْعَةِ الدَّوْرَانِ . وَيُمْكِنُ زِيَادَةُ كِفَاءَةِ المِروحةِ بِاسْتِحْدَامِ رِيشَةٍ إِضَافِيَّةٍ وَمُحَرِّكَاتٍ أَقْوَى .

لِمَاذَا تُكُونُ رِيشُ المِروحةِ مُقَوَّسَةً

إِذَا كَانَتْ رِيشُ المِروحةِ مُسَطَّحَةً ، فَإِنَّ الهواءَ يَتَوَزَّعُ بِالتَّسَاوَى عَلَى سَطْحِي الرِّيشَةِ مُحْدِثًا مُقَاوَمَةً وَتَعْوِيقًا . وَلِذَلِكَ تَلْوَى الرِّيشَةُ ، فَيُصْبِحُ تِيَارُ الهواءِ مَائِلًا عَلَى السَّطْحِ فَيَحْدِثُ مَسَارَاتٍ مُخْتَلِفَةً لِاتِّجَاهَاتِ لِلْهَوَاءِ عِنْدَ النُّقْطِ الْمُخْتَلِفَةِ عَلَى سَطْحِ الرِّيشَةِ . وَهَذَا التَّصْمِيمُ يَجْعَلُ الرِّيشَ تَشْتَقُّ الهواءَ بِكِفَاءَةٍ أَكْثَرُ ، فَيَحْدِثُ تَوَازُنًا بَيْنَ قُوَى الدَّفْعِ وَالْمَقَاوِمَةِ .



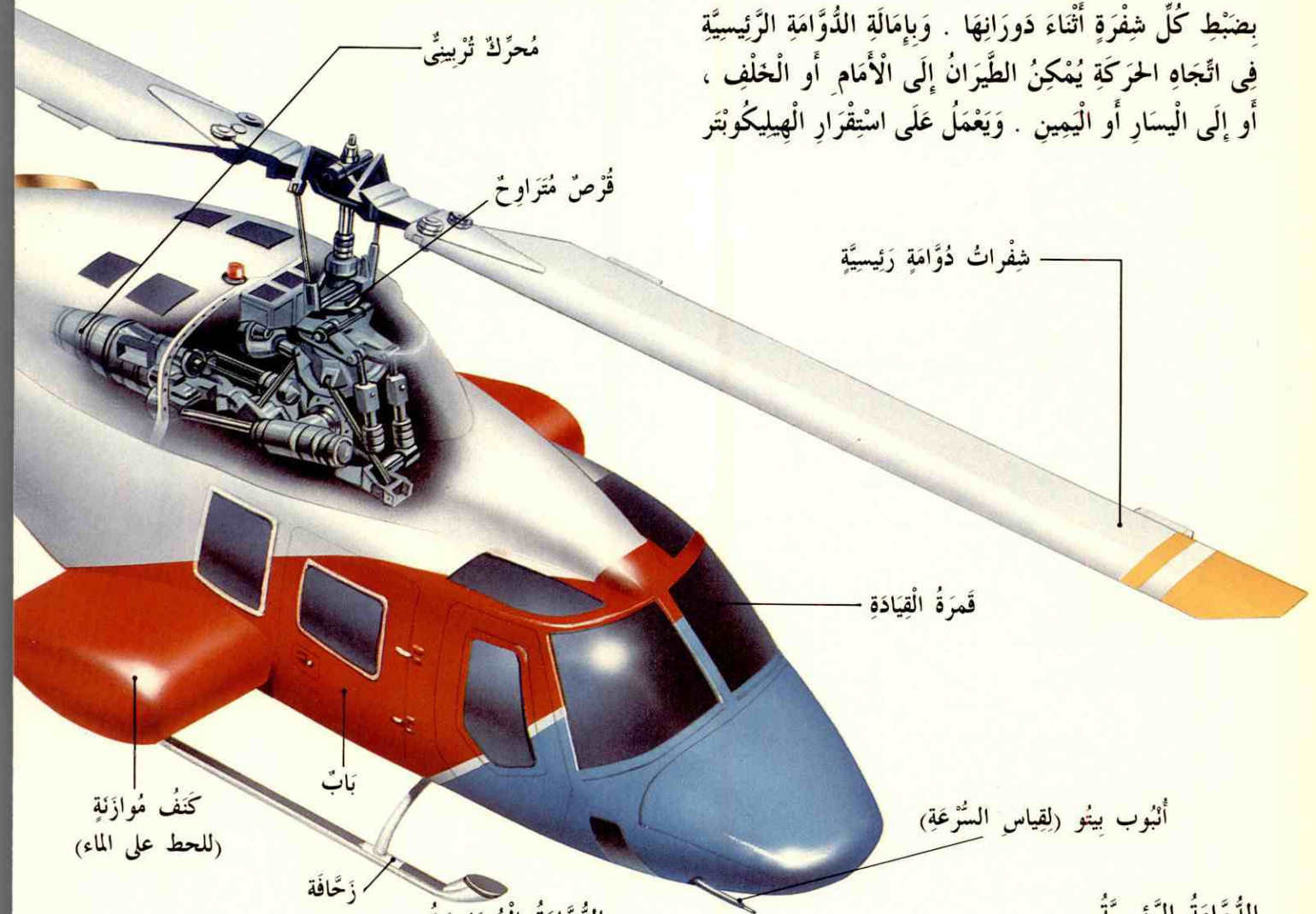
مَرَاوِخُ مُتَعَيِّرَةُ الخُطْوَةِ . زَاوِيَةُ مَيْلِ رِيشَةِ المِروحةِ عَلَى مَحْوَرِ المِروحةِ تُسَمَّى زَاوِيَةُ الخُطْوَةِ . وَيُمْكِنُ ضَبْطُ زَاوِيَةِ الخُطْوَةِ فِي بَعْضِ الطَّائِرَاتِ لِتَوْفُرِ أَقْصَى كِفَاءَةٍ لِلطَّيْرَانِ فِي جَمِيعِ الظُّرُوفِ ، مِثْلُ الإقْلَاعِ ، أَوْ الإِرْتِفَاعِ أَوْ الطَّوَافِ .



كَيْفَ تَطِيرُ الْهِيلِيكُوبْتَرُ (الطَوَافَةُ) ؟

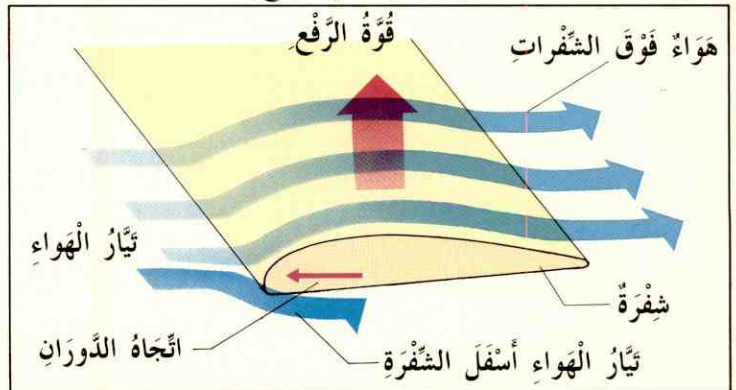
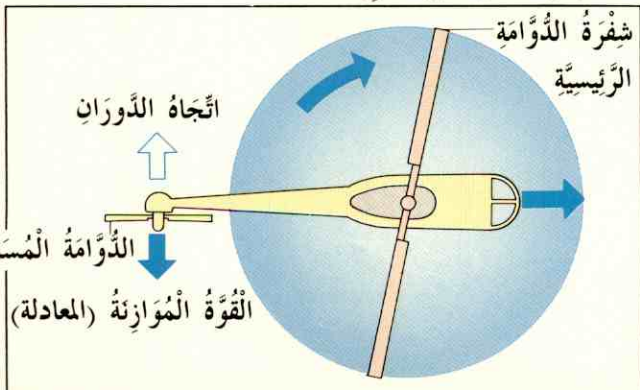
شِفْرَات دَوَّامَةٍ مُسَاعِدَةٍ صَغِيرَةٍ تُرَكَّبُ فِي الدَّيْلِ ، فَتَمْنَعُ الطَّائِرَةَ مِنَ الدَّوْرَانِ حَوْلَ نَفْسِهَا بِعِزْمِ دَوَّامَةِ الرَّفْعِ .
وَيُمْكِنُ أَنْ تَسْتَقِرَّ الْهِيلِيكُوبْتَرُ سَاكِئَةً فِي الْهَوَاءِ بِاتِّزَانٍ وَزْنِهَا مَعَ قُوَّةِ الرَّفْعِ الَّتِي تُؤَلِّدُهَا الدَّوَّامَةُ الرَّئِيسِيَّةُ .

تَطِيرُ الْهِيلِيكُوبْتَرُ بِدَوْرَانٍ شِفْرَاتِ دَوَّامَةٍ طَوِيلَةٍ مَقْطَعُهَا يُمَاطِلُ مَقْطَعَ أَجْحِحَةِ الطَّائِرَةِ . وَقُوَّةُ الرَّفْعِ الْمُتَوَلَّدَةُ بِوَاسِطَةِ هَذِهِ الشِّفْرَاتِ يُمَكِّنُ تَغْيِيرَهَا بِضَبْطِ زَوَايَا الشِّفْرَاتِ كُلِّهَا فِي الْحَالِ ، بَيْنَمَا تَحْدُثُ الدَّوْرَاتُ بِضَبْطِ كُلِّ شِفْرَةٍ أَثْنَاءَ دَوْرَانِهَا . وَبِإِمَالَةِ الدَّوَّامَةِ الرَّئِيسِيَّةِ فِي اتِّجَاهِ الْحَرَكَةِ يُمَكِّنُ الطَّيْرَانُ إِلَى الْأَمَامِ أَوْ الْخَلْفِ ، أَوْ إِلَى الْيَسَارِ أَوْ الْيَمِينِ . وَيَعْمَلُ عَلَى اسْتِقْرَارِ الْهِيلِيكُوبْتَرِ



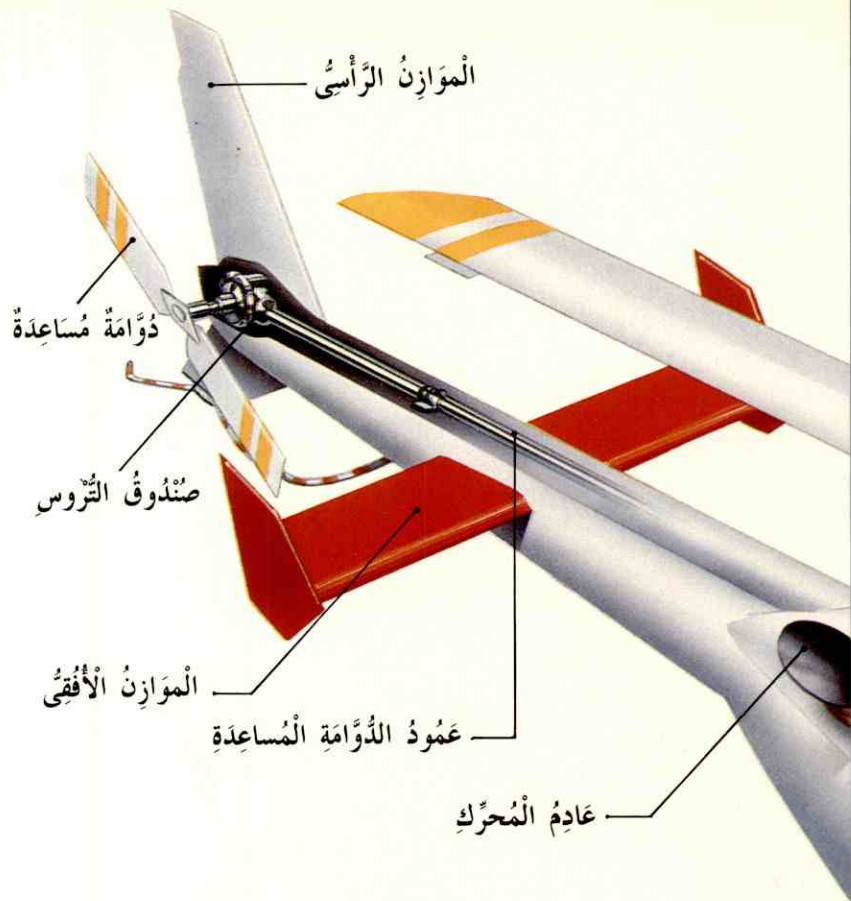
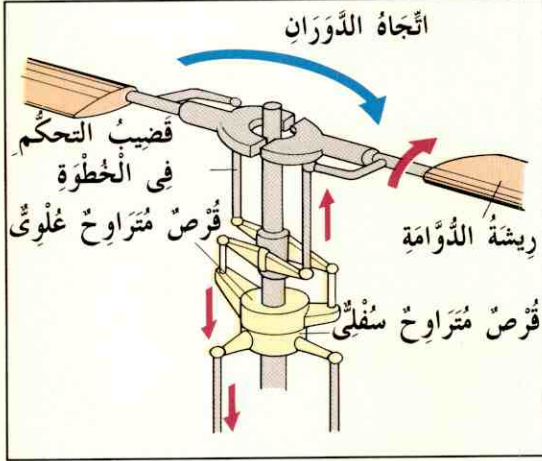
الدَّوَّامَةُ الْمُسَاعِدَةُ
الْقُوَّةُ النَّاتِجَةُ عَنِ الدَّوَّامَةِ الرَّئِيسِيَّةِ قَدْ تُسَبِّبُ دَوْرَانَ الطَّائِرَةِ بِأَكْمَلِهَا حَوْلَ نَفْسِهَا ، لَوْلَا وُجُودُ التَّأْثِيرِ الْمُعَادِلِ مِنَ الدَّوَّامَةِ الْمُسَاعِدَةِ الْمُثَبَّتَةِ عَلَى الدَّيْلِ .

الدَّوَّامَةُ الرَّئِيسِيَّةُ
مَقْطَعُ الدَّوَّامَةِ الرَّئِيسِيَّةِ يُمَاطِلُ مَقْطَعَ جَنَاحِ الطَّائِرَةِ . وَتَمُرُّ التَّيَّارَاتُ الْهَوَائِيَّةُ فَوْقَ السَّطْحِ الْعُلَوِيِّ وَتَحْتَ السَّطْحِ السُّفْلِيِّ لِلشِّفْرَاتِ ، فَتُحْدِثُ ضَعْفًا مُنْحَفِظًا فَوْقَهَا يُؤَلِّدُ قُوَّةَ الرَّفْعِ .

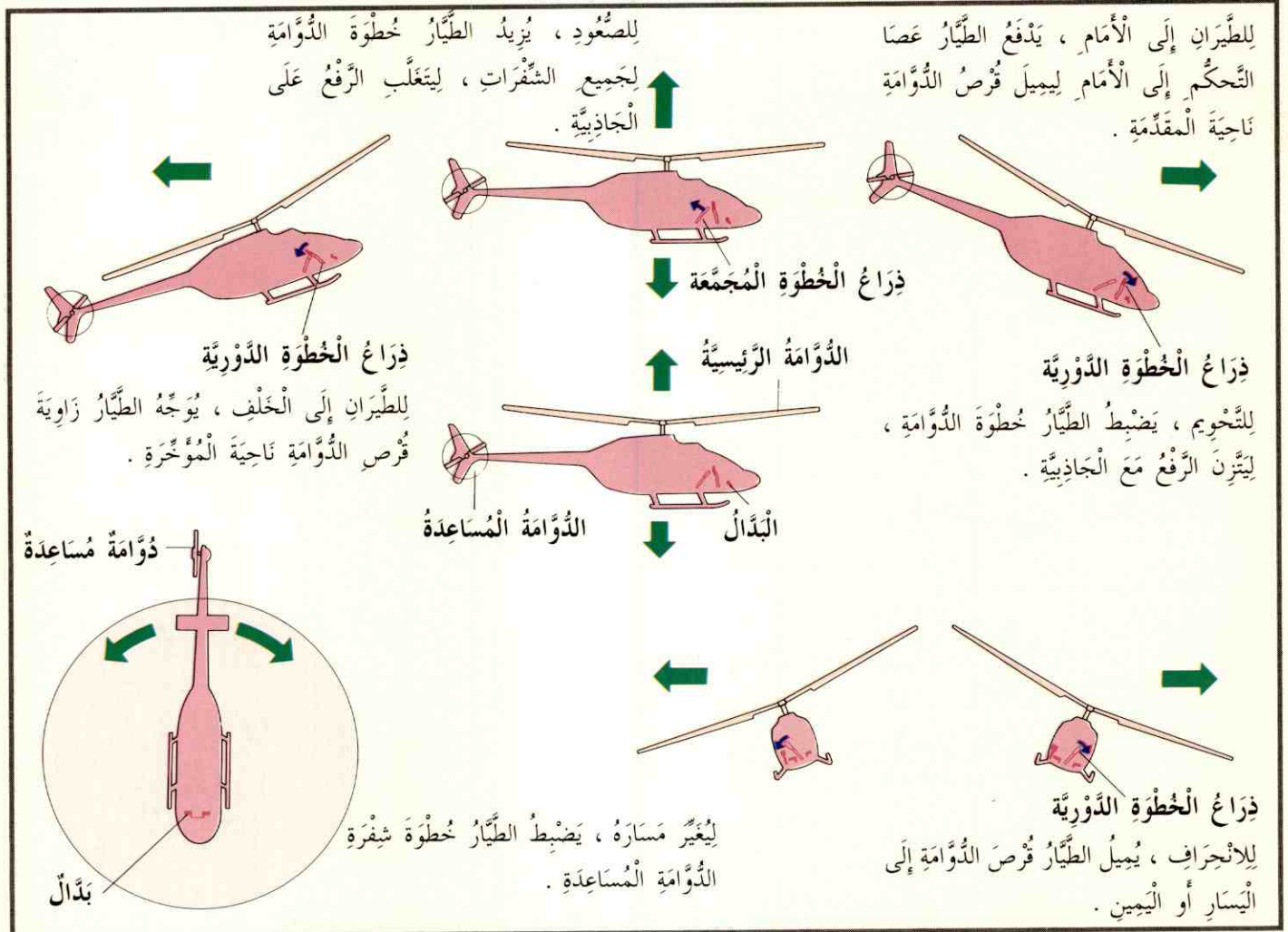


جِسْمُ الدَّوَامَةِ الرَّئِيسِيَّةِ

يَضْبِطُ الطَّيَّارُ زَاوِيَةَ شِفْرَاتِ الدَّوَامَةِ بِاسْتِخْدَامِ جِهَازٍ عَلَى عَمُودِ الدَّوَامَةِ يُسَمَّى الْقُرْصَ الْمُتَرَاوِحَ ، وَذَلِكَ لِيَكُونَ الطَّيَّارُ مُسْتَقَرًّا . وَتَسْتَطِيعُ الْهِيلِكُوبْتَرُ أَنْ تَطِيرَ أَوْ تَلْفَ فِي دَائِرَةٍ أَوْ تُحَوِّمَ فِي مَكَانِهَا طَبَقًا لِلطَّرِيقَةِ الَّتِي يَتَحَكَّمُ بِهَا الطَّيَّارُ فِي الْقُرْصِ الْمُتَرَاوِحِ . وَكَمَا يَظْهَرُ أَسْفَلَ فَإِنَّ تَحْرِيكَ الْقُرْصِ الْمُتَرَاوِحِ إِلَى أَعْلَى أَوْ أَسْفَلَ يُغَيِّرُ خُطْوَةَ شِفْرَةِ الدَّوَامَةِ . وَيُمْكِنُ أَيْضًا إِمَالَةُ الْقُرْصِ الْمُتَرَاوِحِ لِتَغْيِيرِ زَاوِيَةِ قُرْصِ الدَّوَامَةِ .



قِيَادَةُ الْهِيلِكُوبْتَرِ



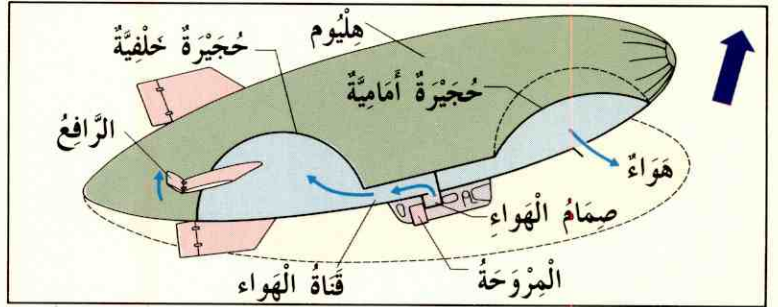
مَا هُوَ الْمُنْطَادُ ؟

تُوجَدُ الْمُنْطَادُ عَلَى ثَلَاثَةِ أَنْوَاعٍ : الصُّلْبَةُ ذَاتُ جُذُوعٍ هَيْكَلِيَّةٍ مِنْ سَبَائِكَ خَفِيفَةٍ ، وَغَيْرُ الصُّلْبَةِ عَدِيمَةُ الْهَيْكَلِ ، وَنَصْفُ الصُّلْبَةِ الَّتِي تَجْمَعُ بَيْنَ التَّوَعَيْنِ الْأَوَّلَيْنِ . وَالْمُنْطَادُ الصُّلْبَةُ ، مِثْلُ مُنْطَادِ هِنْدِنْبِرْجِ قَلِيلِ الْحَظِّ ، قَدْ احْتَفَتْ . أَمَّا الْمُنْطَادُ غَيْرُ الصُّلْبَةِ فَهِيَ الشَّائِعَةُ الْيَوْمَ .

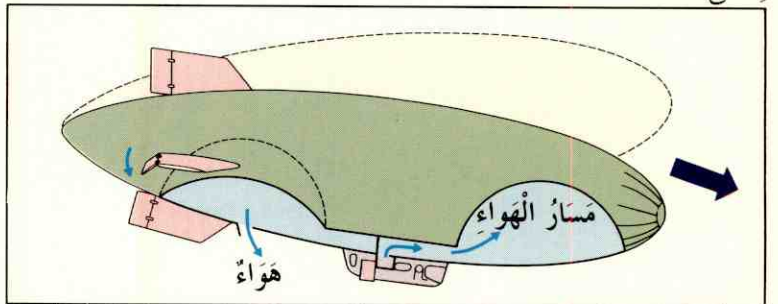
وَيَتَكَوَّنُ الْمُنْطَادُ غَيْرُ الصُّلْبِ مِنْ غِلَافٍ كَبِيرٍ مِنَ الْهِيلِيُومِ ، تُعَلَّقُ أَسْفَلُهُ مَقْصُورَةٌ وَدَاخِلُ الْغِلَافِ يُوجَدُ كَيْسٌ كَبِيرٌ ذُو جُزَائِنٍ يُسَمَّى حُجَيْرَةُ الْمُنْطَادِ . وَبِتَبْدِيلِ الْهَوَاءِ دَاخِلِ الْحُجَيْرَةِ يَرْفَعُ مُقَدِّمَةُ الْمُنْطَادِ أَوْ يَحْفَظُهَا . وَمُحَرِّكَاتُ الْمَرَاوِحِ عَلَى الْمَقْصُورَةِ تُحَرِّكُ الْمُنْطَادَ إِلَى الْأَمَامِ ، بَيْنَمَا تَضْبُطُ أَرْبَعُ مُتَوَازِنَاتٍ الْمَسَارَ وَالْإِرْتِفَاعَ .



الْمُنْطَادُ ذَاتُ مَنْظَرٍ جَذَابٍ لَا يَفُتُ لِلْإِثْبَاتِ ، وَهَذَا يَجْعَلُهَا وَسِيلَةً مَحْبُوبَةً لِلْإِعْلَانَاتِ الْهَوَائِيَّةِ .



يَصْعَدُ الْمُنْطَادُ بِدَفْعِ هَوَاءٍ إِلَى الْحُجَيْرَةِ الْخَلْفِيَّةِ لِلْمُنْطَادِ ، فَتَمِيلُ الْمَقَدِّمَةُ لِأَعْلَى .



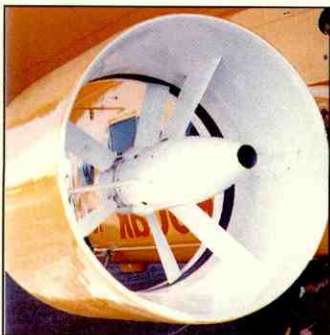
يَهْبِطُ الْمُنْطَادُ بِدَفْعِ هَوَاءٍ إِلَى الْحُجَيْرَةِ الْأَمَامِيَّةِ لِلْمُنْطَادِ ، فَتَمِيلُ الْمَقَدِّمَةُ لِأَسْفَلَ .

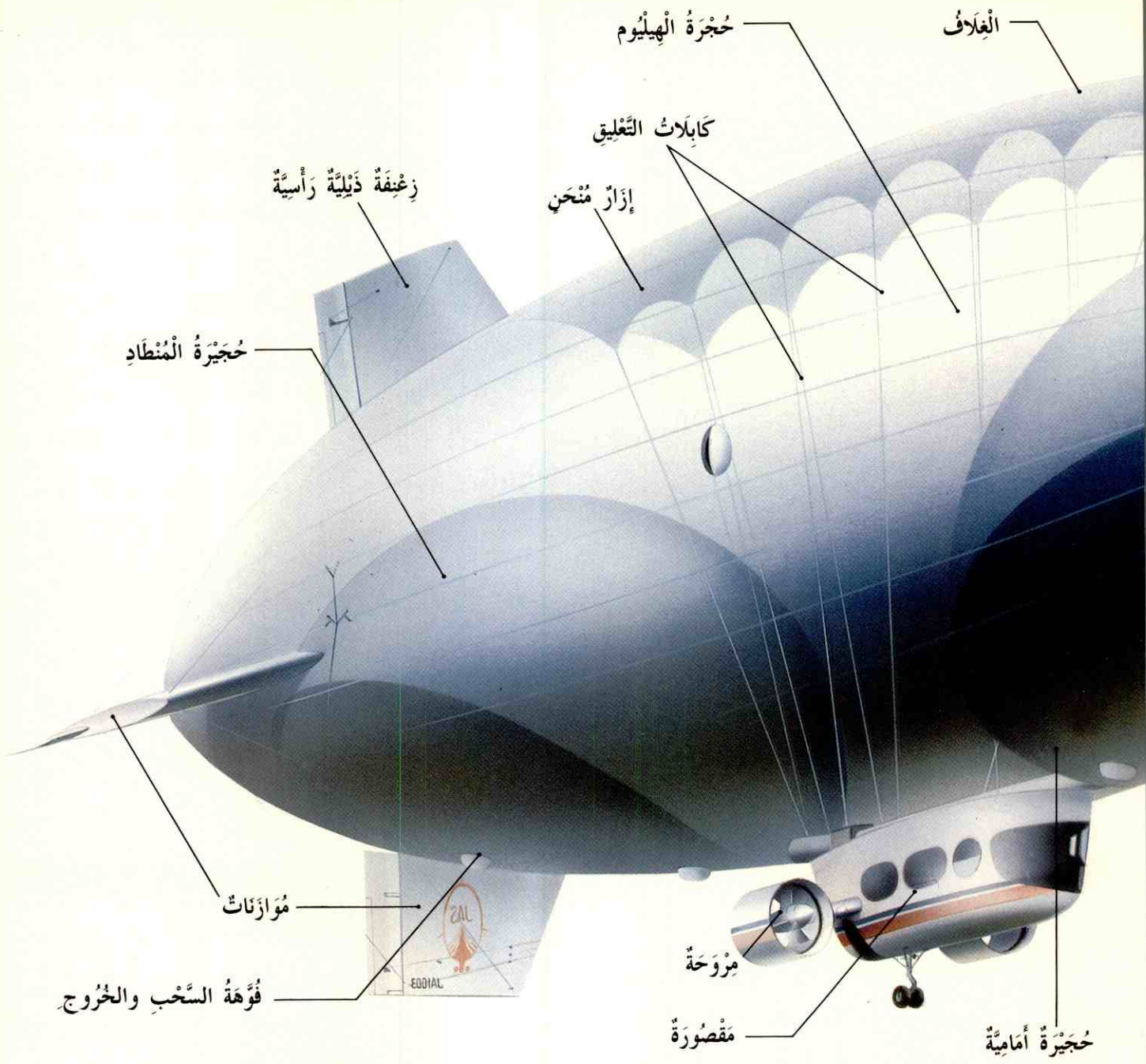
حُجَيْرَةُ الْمُنْطَادِ

يَزْدَادُ وَزْنُ الْمُنْطَادِ كُلَّمَا دَخَلَ هَوَاءٌ إِلَى الْحُجَيْرَةِ ، لِأَنَّ الْهِيلِيُومَ أَخَفُّ مِنَ الْهَوَاءِ . وَيُمْكِنُ تَحْرِيكُ الْهَوَاءِ بَيْنَ الْجُزَائِنِ الْأَمَامِيِّ وَالْخَلْفِيِّ لِحُجَيْرَةِ الْمُنْطَادِ لِيَزِيدَ وَزْنُ الْمَقَدِّمَةِ أَوْ وَزْنُ الذَّيْلِ . فَعِنْدَمَا يَمَلَأُ الْهَوَاءُ الْحُجَيْرَةَ الْخَلْفِيَّةَ ، يَهْبِطُ ذَيْلُ الْمُنْطَادِ ، فَتَرْتَفِعُ الْمَقَدِّمَةُ . وَبِاسْتِخْدَامِ هَذِهِ الْحَرَكَةِ مَعَ دَفْعِ الْمُحَرِّكِ وَتَحْكُمِ الرَّافِعِ ، يُمَكِّنُ لِلطَّيَّارِ أَنْ يَرْتَفِعَ بِالْمُنْطَادِ أَوْ يَنْخَفِضَ بِهِ .

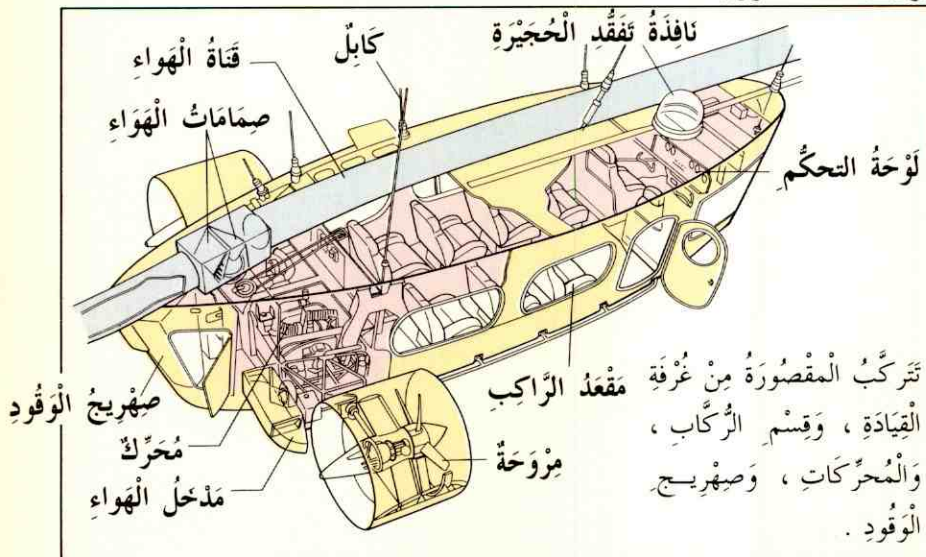
الْمَرَاوِحُ

يَتَحَكَّمُ الطَّيَّارُ فِي الْإِرْتِفَاعِ وَالنُّزُولِ بِتَبْدِيلِ مَوْضِعِ الْهَوَاءِ فِي الْحُجَيْرَةِ ، وَأَيْضًا بِتَغْيِيرِ زَاوِيَةِ مُحَرِّكَاتِ الْمَرَاوِحِ ، فَتَجْذِبُ الْمُنْطَادَ إِلَى أَعْلَى أَوْ إِلَى أَسْفَلَ .



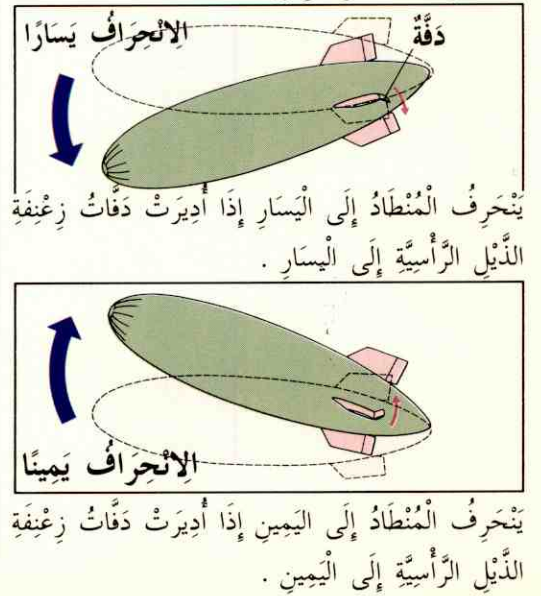


تَرْكِيبُ الْمَقْصُورَةِ



تَتَرَكَّبُ الْمَقْصُورَةُ مِنْ غُرْفَةِ الْقِيَادَةِ، وَقِسْمِ الرُّكَّابِ، وَالْمُحَرِّكَاتِ، وَصَهْرِيحِ الْوُقُودِ.

الْإِنْحِرَافُ يَسَارًا وَيَمِينًا

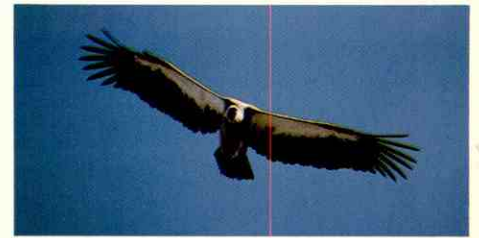


كَيْفَ تَظَلُّ الطَّائِرَةُ الشَّرَاعِيَّةُ مُحَلَّقَةً؟

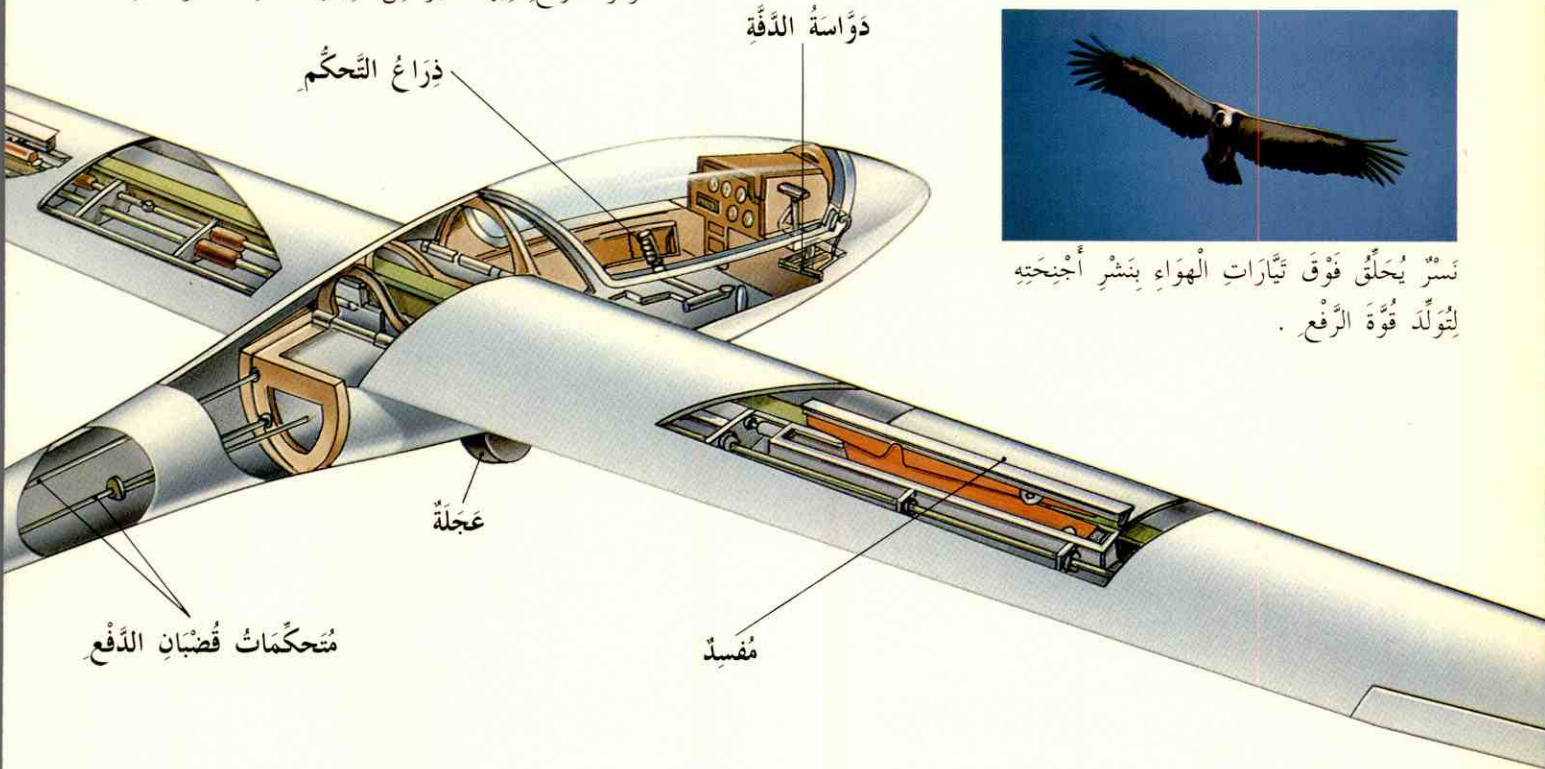


طَائِرَةٌ شَرَاعِيَّةٌ رَفِيعَةٌ مُحَلَّقَةٌ لَهَا جِسْمٌ ضَيْقٌ وَأَجْنِحَةٌ طَوِيلَةٌ ، وَقُوَّةُ الرَّفْعِ فِيهَا أَكْبَرُ مِنْ مِثْلِهَا ذَاتِ الْمُحَرِّكَاتِ .

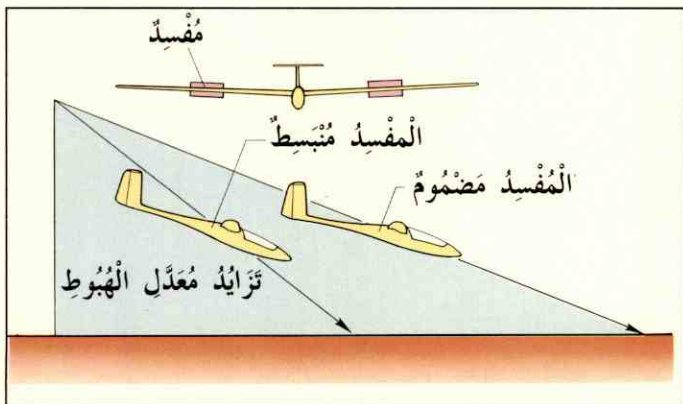
تَعْتَمِدُ الطَّائِرَةُ الشَّرَاعِيَّةُ الْمُحَلَّقَةُ عَلَى نَفْسِ قُوَّةِ الرَّفْعِ الَّتِي تَسْمَحُ لِلطَّائِرَاتِ الْعَادِيَّةِ بِالطَّيْرَانِ . وَفِي الطَّيْرَانِ بِمُحَرِّكَاتٍ ، تَتَوَلَّدُ قُوَّةُ الرَّفْعِ فَوْقَ الْأَجْنِحَةِ عِنْدَمَا تَدْفَعُ الْمُحَرِّكَاتُ الطَّائِرَةَ خِلَالَ الْهَوَاءِ . وَتُسْتَعْدَمُ الطَّائِرَةُ الشَّرَاعِيَّةُ الْجَادِيَّةُ كَمَصْدَرٍ لِقُدْرَتِهَا بَدَلًا مِنَ الْمُحَرِّكِ . وَيَنْتُجُ عَنْ سَحَبَةِ الْإِفْلَاحِ الْإِبْتِدَائِيَّةِ وَجَذَبِ الْجَادِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ وَالتَّيَّارَاتِ الْحَرَارِيَّةِ الصَّاعِدَةِ . وَسُرْعَةِ الْهَوَاءِ الْأَمَامِيَّةِ لِلطَّائِرَةِ الشَّرَاعِيَّةِ ، تَوْفُرُ انْسِيَابًا سَرِيعًا لِلْهَوَاءِ فَوْقَ وَتَحْتَ الْأَجْنِحَةِ فَتَتَوَلَّدُ قُوَّةُ الرَّفْعِ .



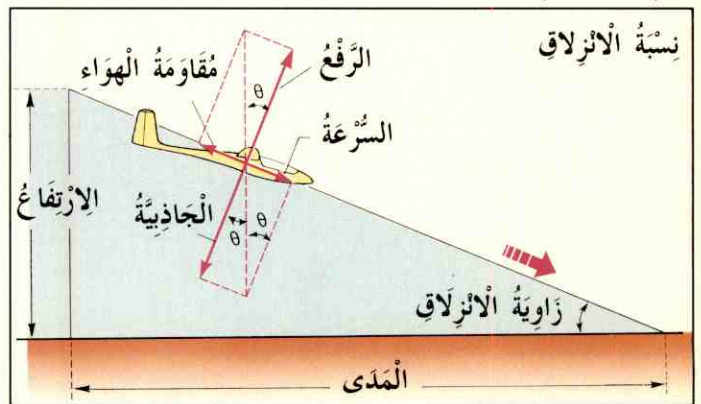
تَسْرُّ يُحَلِّقُ فَوْقَ تَيَّارَاتِ الْهَوَاءِ بِنَشْرِ أَجْنِحَتِهِ لِتَوَلَّدَ قُوَّةُ الرَّفْعِ .



وَضِيفَةُ الْمُفْسِدِ

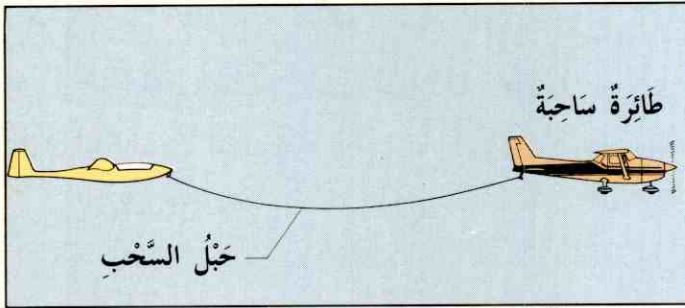


نَظَرِيَّةُ التَّحْلِيْقِ



تَطِيرُ الطَّائِرَاتُ الشَّرَاعِيَّةُ بِالْإِحْتِفَاطِ بِزَاوِيَةِ مِثَالِيَّةٍ بِالنَّسْبَةِ لِلْأَرْضِ . وَلِلْهَبُوطِ ، تَرْفَعُ الْمُفْسِدَاتُ الَّتِي عَلَى الْأَجْنِحَةِ لِتَوَلَّدَ مُقاوَمَةُ هَوَائِيَّةٌ وَتُغَيِّرُ السَّرْعَةَ وَزَاوِيَةَ الْاقْتِرَابِ .

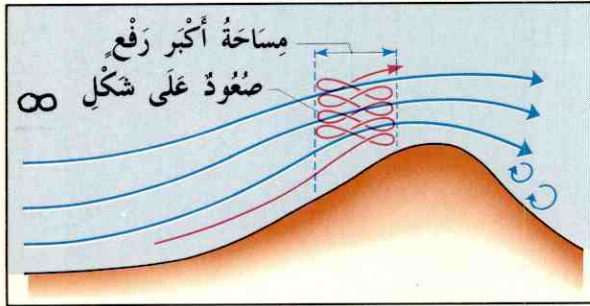
قَائِدُ الطَّائِرَةِ الشَّرَاعِيَّةِ يَجِبُ أَنْ يُوَازِنَ الْقُوَى الْأَرْبَعَةَ : الْجَادِيَّةُ ، وَالرَّفْعُ ، وَمُقاوَمَةُ الْهَوَاءِ ، وَالسَّرْعَةُ .



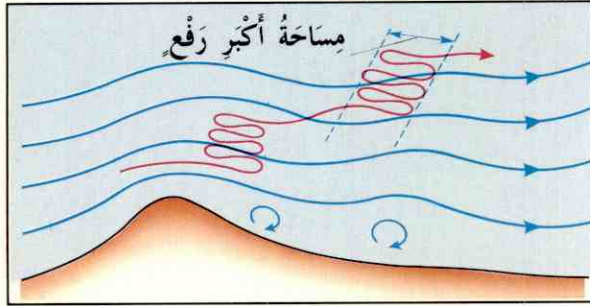
يُمكن أيضاً جذب الطائرة الشراعية لترتفع عالياً بطائرة ساجبة تطلق الطائرة الشراعية بعد ذلك لتطير بنفسها .

ركوب تيارات الهواء

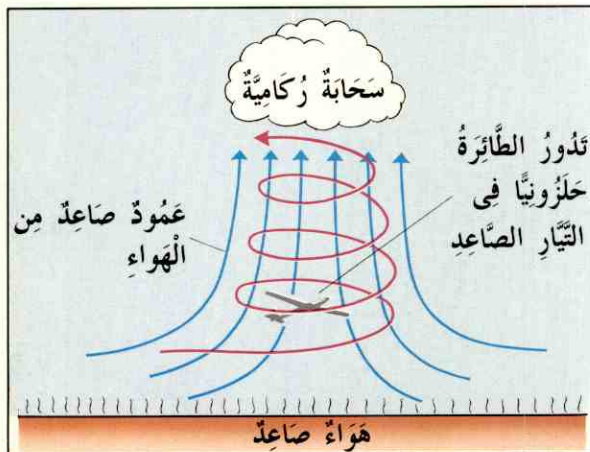
يُمكن زيادة مدة بقاء الطائرة الشراعية في الهواء بواسطة طيار يستخدم بمهارة التيارات الهوائية السائدة .



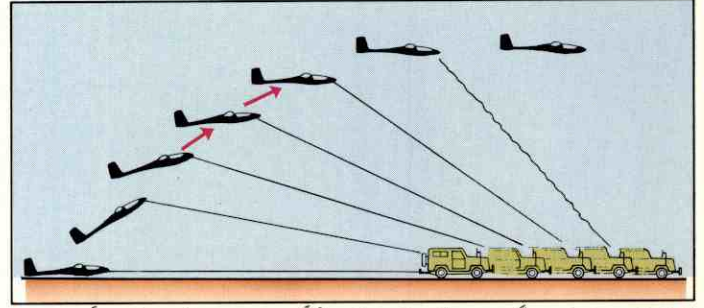
تكون التيارات الصاعدة الجبلية قوة رفع هائلة ، لأن الرياح القوية تتقابل وتنساب إلى أعلى المنحدر .



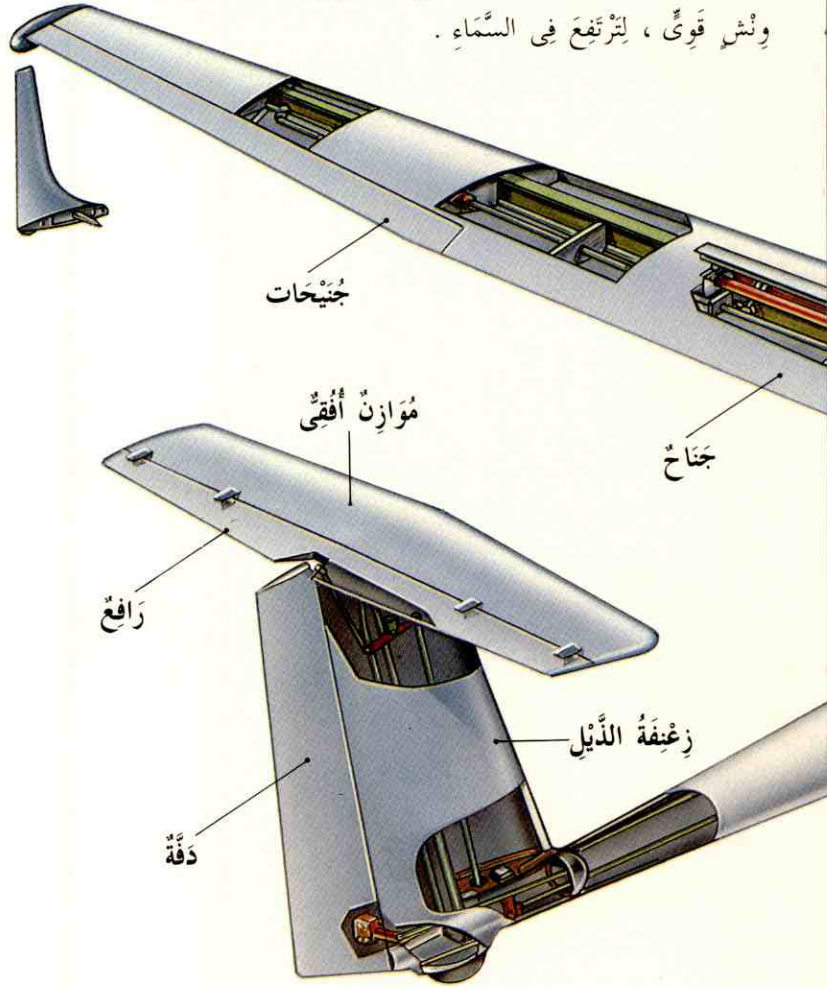
الرياح المتصادمة مع قمة جبل تولد موجات من التيارات الصاعدة الجبلية فوق المنحدر المضاد .



التيارات الهوائية الساجبة الصاعدة من الأرض التي سحنتها الشمس ، يُمكنها أن تحمّل الطائرة الشراعية إلى ارتفاعات عالية .



يُمكن سحب الطائرة الشراعية على الأرض بواسطة سيارة أو ونش قوي ، لترتفع في السماء .



طائرة شراعية تفتح مفصلاتها لتضبط سرعتها .

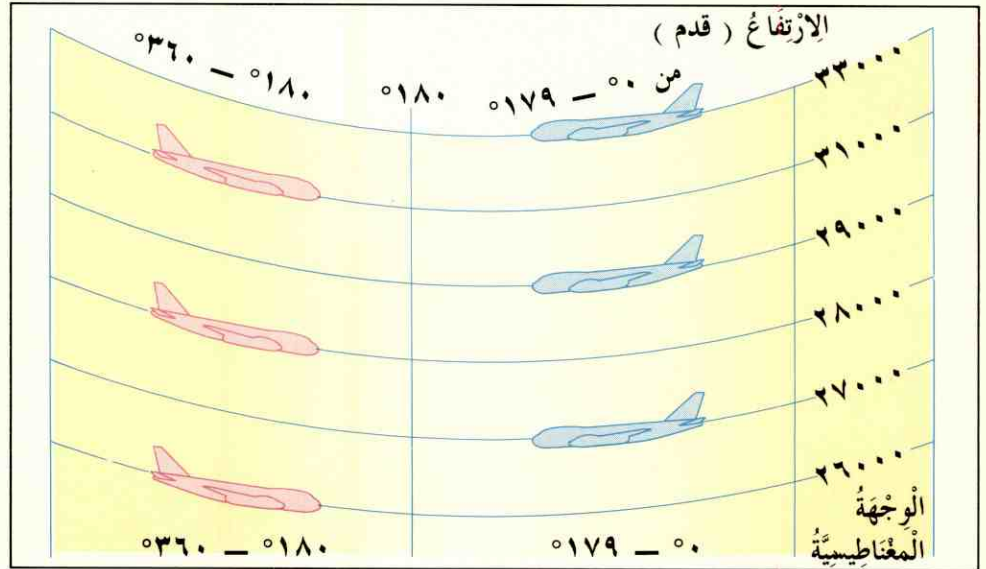
كَيْفَ يَتِمُّ التَّحَكُّمُ فِي حَرَكَةِ الْمُرُورِ الْجَوِّيِّ؟

الطَّائِرَاتِ الَّتِي تَقْتَرِبُ مِنْ بَعْضِهَا تُكُونُ عَلَى مَسَافَةٍ ١٠٠٠ قَدَمٍ عَلَى الْأَقْلَ مِنْ بَعْضِهَا الْبَعْضِ . وَفَوْقَ ٢٩٠٠٠ قَدَمٍ تُكُونُ الْمَسَافَاتُ بَيْنَهَا ٢٠٠٠ قَدَمٍ عَلَى الْأَقْلَ . أَمَّا الطَّائِرَاتُ الْخَاصَّةُ الصَّغِيرَةُ فَلَيْسَ لَهَا طُرُقٌ مُحَدَّدَةٌ وَيُمْكِنُهَا اخْتِيَارُ حُطِّ طَيْرَانِهَا فِي حُدُودِ الْإِلْتِزَامِ بِقَوَاعِدِ الطَّيْرَانِ الْمَحَلِّيَّةِ .

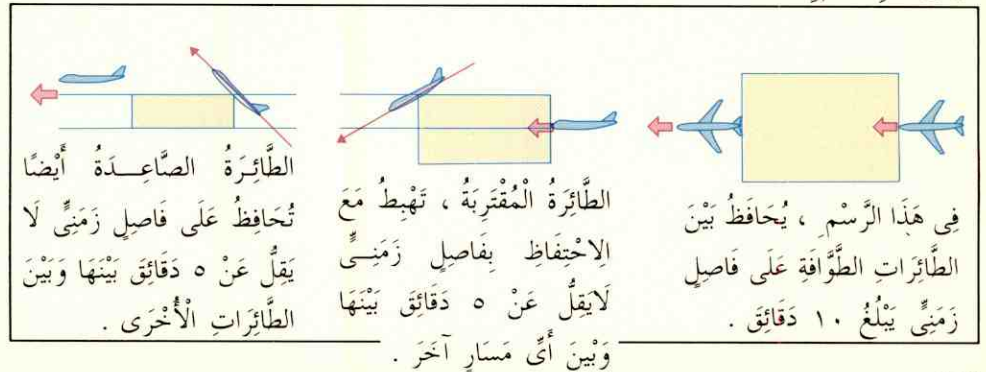
تَزْدَحِمُ السَّمَاءُ يَوْمِيًّا بِآلَافِ الْمَرَكَبَاتِ الْهَوَائِيَّةِ . وَقَدْ وَضِعَتْ قَوَاعِدُ عَالَمِيَّةٌ لِلطَّيْرَانِ تَحْكُمُ كُلَّ حَرَكَةِ الْمُرُورِ الْجَوِّيِّ لِتَوْفُّرِ الْأَمَانِ وَالْكَفَاءَةِ . وَتَطِيرُ الطَّائِرَاتُ فِي مَمَرَاتِ الطَّيْرَانِ الَّتِي يَبْلُغُ عَرْضُهَا حَوَالِي ٩ أَمْيَالٍ تَفْصِلُهَا مَسَافَاتُ رَاسِيَّةٌ مِنْ ١٠٠٠ إِلَى ٢٠٠٠ قَدَمٍ . فَالطَّائِرَاتُ الَّتِي تَنْجُحُ حَسَبَ الْوَجْهَةِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ بِالْبُوصَلَةِ مِنْ ٥٠ إِلَى ١٧٩° تَطِيرُ عَلَى أَرْتِفَاعَاتٍ عَلَى عَدَدٍ فَرْدِيٍّ مِنْ آلَافِ الْأَقْدَامِ مِثْلَ ٣٠٠٠ قَدَمٍ أَوْ ٥٠٠٠ قَدَمٍ ، وَهَكَذَا . أَمَّا الطَّائِرَاتُ الَّتِي تَنْجُحُ مِنْ ١٨٠ إِلَى ٣٥٩° فَإِنَّهَا تَطِيرُ عَلَى أَرْتِفَاعٍ هُوَ عَدَدٌ زَوْجِيٌّ مِنْ آلَافِ الْأَقْدَامِ مِثْلَ ٢٠٠٠ ، ٤٠٠٠ قَدَمٍ ، وَبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ فَإِنَّ

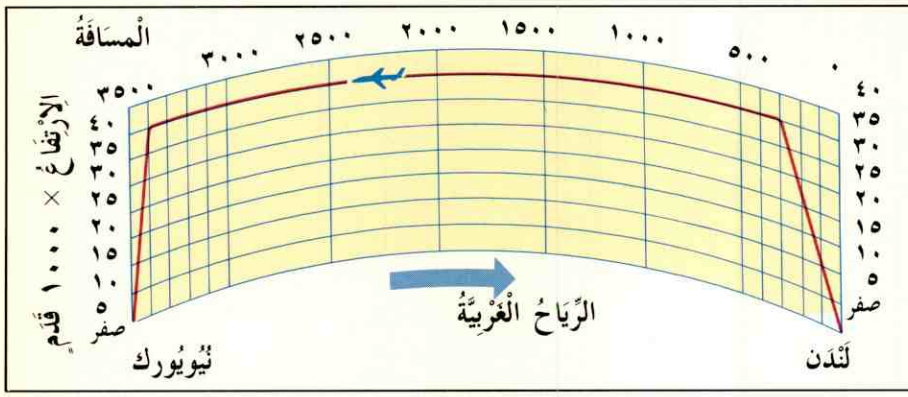
أَجْهَزَةُ بَيَانِ الطَّيْرَانِ

الطَّائِرَةُ الَّتِي تَسْتَرَشِدُ فِي طَيْرَانِهَا بِأَجْهَزَةِ بَيَانِ الطَّيْرَانِ تَطِيرُ بِسَلَامٍ مُحَافِظَةً عَلَى الْمَسَافَاتِ الْمُحَدَّدَةِ عَنْ مَسَارَاتِ الطَّائِرَاتِ الْأُخْرَى . وَتُحَدِّدُ أَرْتِفَاعَاتُ الطَّوَافِ لِكُلِّ اتِّجَاهِ طَيْرَانٍ وَتُحَافِظُ الطَّائِرَةُ عَلَى مَسَافَاتِ رَاسِيَّةٍ لَا تَقِلُّ عَنْ ١٠٠٠ قَدَمٍ .

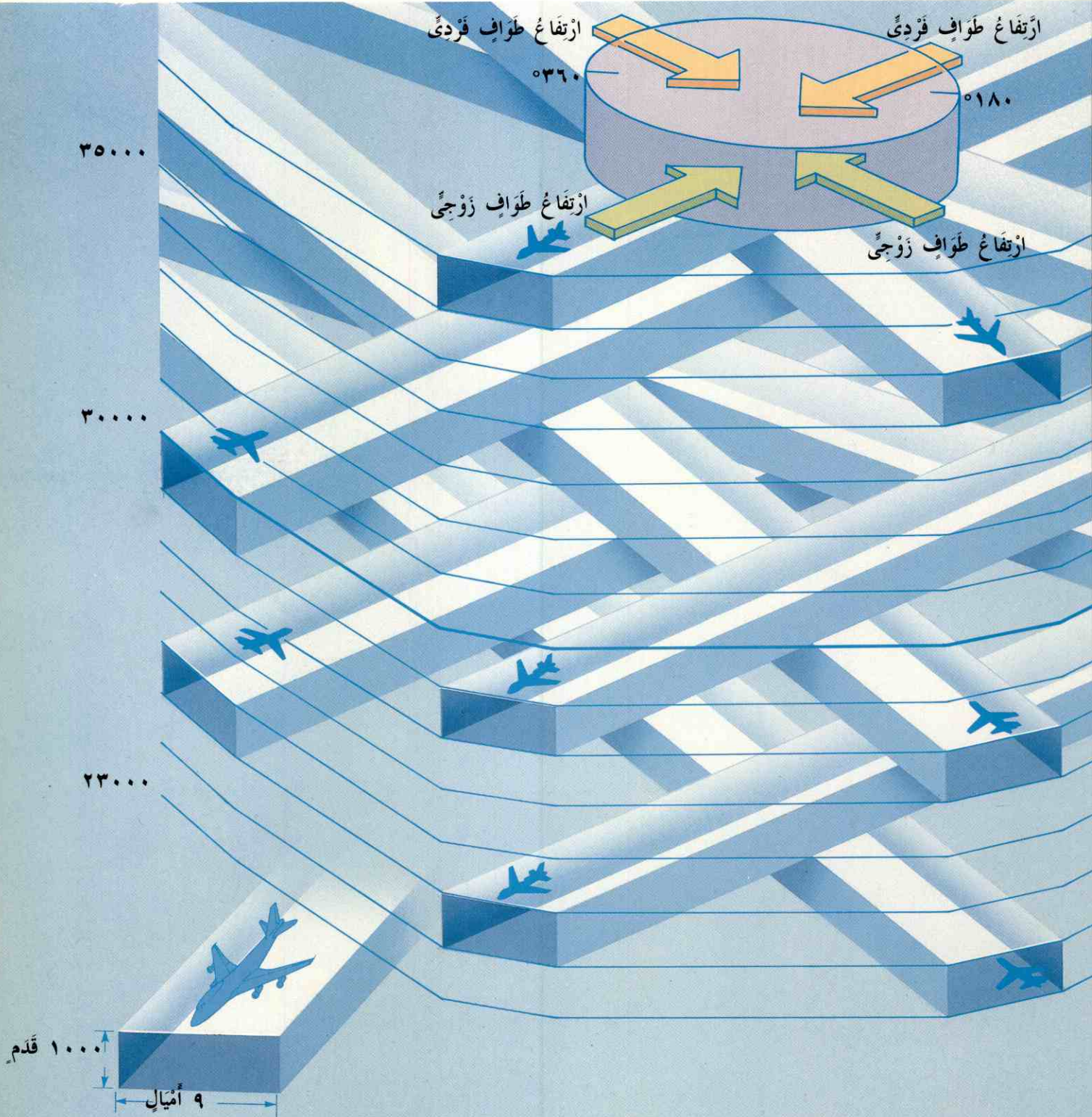


الهبوطُ بِسَلَامٍ





ممرات الطيران عبر الأطلنطي
 تطير طائرات الركاب العابرة للأطلنطي من لندن إلى نيويورك على ارتفاع الطواف ٣٥٠٠٠ قدم تقريباً. وبعد الإقلاع، تقوم الطائرات بصعود ثابت لحوالي ٣٠٠ ميل قبل أن تستقر عند ارتفاع طوافها. وتستغرق الرحلة من لندن إلى نيويورك مدة أطول منها من نيويورك إلى لندن بسبب الرياح الغربية القوية.



كَيْفَ يَتَّبِعُ الطَّيَارُونَ المَمَرَاتِ الجَوِيَّةَ؟

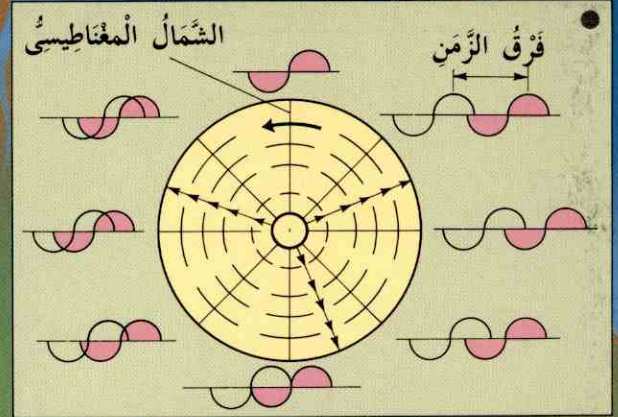


تُرْسِلُ مَحَطَّةُ VOR مَوْجَةَ لَاسِلِكِي
يَسْتَخْدِمُهَا المَلَّاحُونَ لِتَحْدِيدِ مَوَاقِعِهِمْ.

طَائِرَاتُ الرُّكَّابِ الضَّخْمَةُ مِثْلُ بُونِج ٧٤٧ (الجامبو) تَتَّبِعُ مَسَارَاتِ المُرُورِ
الجَوِّيَّ الَّتِي تَنْتَشِرُ فِي جَمِيعِ الِاتِّجَاهَاتِ وَتَتَّصِلُ بِقَوَاعِدِ أَرْضِيَّةٍ مِلَاحِيَّةٍ
مُسَاعِدَةٍ تُسَمَّى VOR (الشَّعَاعُ المَتَعَدَّدُ الِاتِّجَاهَاتِ ذَا التَّرَدُّدَاتِ العَالِيَةِ
جِدًّا). وَتَبْعُثُ مَحَطَّةُ VOR مَوْجَتَيْنِ لَاسِلِكِيَّتَيْنِ تُظَهِّرَانِ الشَّمَالَ
المَغْنَطِيسِي وَكُلَّ الِاتِّجَاهَاتِ فِي مَدَى ٣٦٠°. وَيَقْرَأُ مَلَّاحُ الطَّائِرَةِ
مَوْجَاتِ اللَّاسِلِكِي عَلَى مُسْتَقْبَلِ VOR وَيَجِدُ اتِّجَاعَ الطَّائِرَةِ وَمَوْقِعَهَا
بِالنَّسْبَةِ لِلْمَحَطَّةِ. وَتُبَيِّنُ الِوَجْهَةُ الصَّحِيحَةُ عَلَى المُبَيِّنِ المَغْنَطِيسِي لِلَّاسِلِكِي
(RMI) وَالمُبَيِّنِ للمَوْقِعِ الأفْقِي (HSI) وَالمُبَيِّنِ انْحِرَافِ المَسَارِ (CDI).

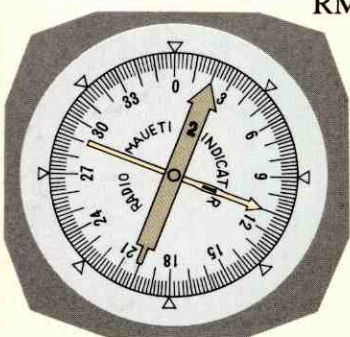


نظريّة عمل الشعاع متعدّد الاتجاهات ذى الترددات العالية جدًا (VOR)

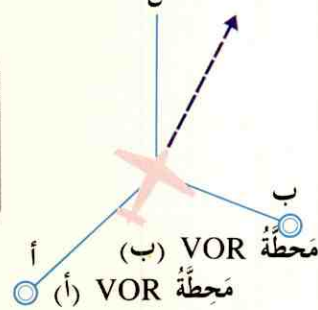


الفارق الزماني بين استقبال الشمال المغناطيسي والموجة المرسلّة مباشرة يجعل الطيار قادرًا على تحديد الوجهة الصحيحة.

مُعَدَّاتُ مَحَطَّةِ VOR

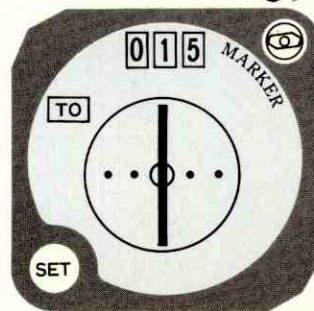


تدريج RMI

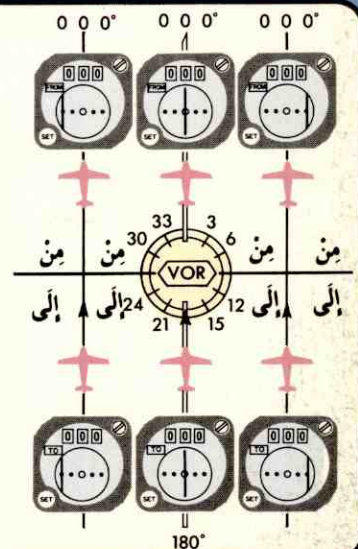


تُبيّن المؤشّرات اتّجاهات مَحَطَّاتِ VOR. وفي الرّسم العلويّ، تُظهِر الإبرة الرّقيقة وَجْهَةَ مَحَطَّةِ (أ) والمؤشّر العريض وَجْهَةَ مَحَطَّةِ (ب).

تدريج CDI



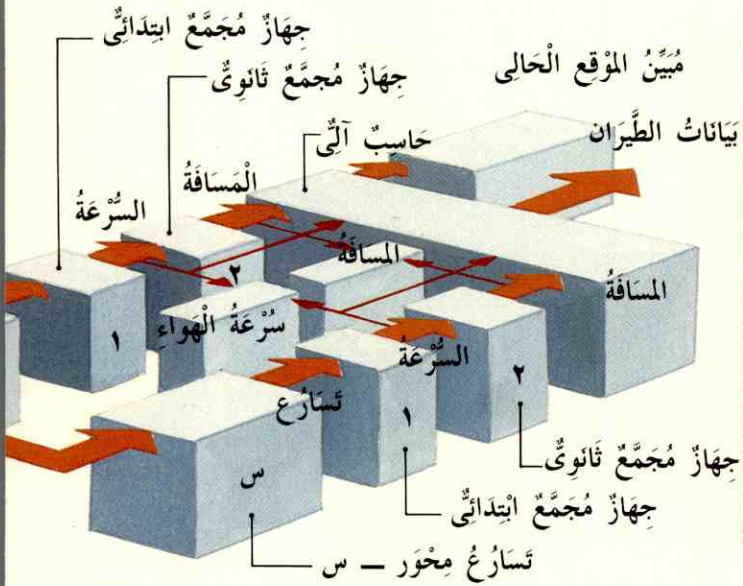
يُظْهَر وَضْعُ الإبرة مَوْضِعُ الطَّائِرَةِ بالنّسبة لِمَحَطَّةِ VOR.



لِمَاذَا لَا تَصِلُ الطَّائِرَاتُ طَرِيقَهَا؟

التَّسَارُعُ الْمَوْجُودُ فِي الْمَوَازِنِ الْأَفْقِيَّ ، يَكْشِفُ تَسَارُعَ الطَّائِرَةِ فِي أَى اتِّجَاهٍ . ثُمَّ يَسْتُخْدِمُ حَاسِبٌ آتَى هَذِهِ الْبَيِّنَاتِ لِيَحْسِبَ حَرَكَةَ الطَّائِرَةِ وَمَوْقِعَهَا . وَيَتَّصِلُ نِظَامُ الْمَلَاخَةِ الْقَصْرِى بِالطَّيَّارِ الدَّائِي فِي قَمَرَةِ الْقِيَادَةِ . وَقَبْلَ الْإِقْلَاعِ ، يُدْخِلُ الطَّيَّارُ إِلَى الْحَاسِبِ الْآتَى خُطَّةَ الطَّيْرَانِ الْمَطْلُوبَةِ وَمَمَرَاتِ الطَّيْرَانِ وَالسَّرْعَةَ وَالْإِرْتِفَاعَ . وَيَسْتُخْدِمُ الْحَاسِبُ الْآتَى هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ فِي تَوْجِيهِ الطَّائِرَةِ إِلَى الْجِهَةِ الْمَقْصُودَةِ بِاتِّبَاعِ الْمَمَرِ السَّابِقِ تَحْدِيدُهُ دُونَ أَى مُسَاعَدَةٍ إِضَافِيَّةٍ مِنَ الْأَرْضِ .

عِنْدَمَا تَطِيرُ الطَّائِرَةُ فَوْقَ مَنَاطِقٍ لَا تُوجَدُ بِهَا مَحَطَّاتٌ إِرْشَادِيَّةٌ لَأَسْلِكِيَّةٍ أَرْضِيَّةٌ — مِثْلُ فَوْقِ الْمَحِيطَاتِ — فَإِنَّ الطَّيَّارِينَ يَهْتَدُونَ إِلَى مَوَاقِعِهِمْ بِاسْتِخْدَامِ نِظَامِ الْمَلَاخَةِ الْقَصْرِى (INS). وَيَتَكُونُ هَذَا النِّظَامُ مِنْ جَيروسكُوبِ (بوصلة دوارة) وَمَقْيَاسِ تَسَارُعٍ مَبْنِيٍّ عَلَيْهِ ، وَهُوَ يُسَاعِدُ فِي حِسَابِ اتِّجَاهِ الطَّيْرَانِ وَالسَّرْعَةَ وَالْمَسَافَةَ الْمَقْطُوعَةَ . وَيُسَاعِدُ الْجَيروسكُوبُ عَلَى الْإِحْتِفَاطِ بِمُسْتَوَى الطَّائِرَةِ عَمُودِيًّا عَلَى اتِّجَاهِ الْجاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ لِأَسْفَلِ . وَمَقْيَاسُ



نِظَامِ الْمَلَاخَةِ الْقَصْرِى (INS) فِي قَمَرَةِ الْقِيَادَةِ يَبْدُو مُعَقَّدًا وَلَكِنَّهُ فِي الْوَقْعِ بَسِيطُ التَّشْغِيلِ . فَيُدْخِلُ الطَّيَّارُ خُطَّةَ الطَّيْرَانِ مِنَ اللَّوْحَةِ الرَّئِيسِيَّةِ ، وَبَعْدَ فِتْرَةٍ يُضِيءُ مِصْبَاحُ اخْتِيَارِ الطَّرِيقَةِ بِالضَّوِّ الْأَخْضَرِ مُبَيِّنًا أَنَّ الْحَاسِبَ الْآتَى قَدْ قَبِلَ الْبَيِّنَاتِ .

مِخْوَرُ الْإِنْعِطَافِ الْخَارِجِي

إِدْخَالُهَا مَعًا لِلْحَاسِبِ الْآتَى

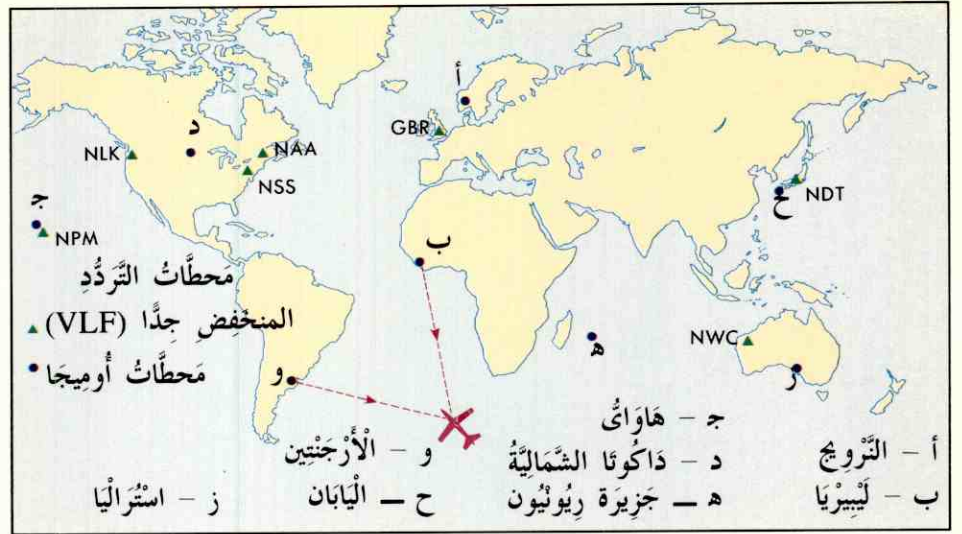
تَشْمَلُ بَيِّنَاتُ خُطَّةِ الطَّيْرَانِ الْمُدْخَلَةُ إِلَى الْحَاسِبِ فِي نِظَامِ الْمَلَاخَةِ الْقَصْرِى خُطُوطَ الطُّولِ وَالْعَرْضِ لِمَكَانِ الْهَبُوطِ وَالْعَلَامَاتِ الْأَرْضِيَّةِ فِي الطَّرِيقِ . وَيُعَالِجُ الْحَاسِبُ الْآتَى هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ مَعَ بَيِّنَاتِ مَقْيَاسِ التَّسَارُعِ لِيَحْسِبَ سُرْعَةَ الطَّائِرَةِ وَالْمَسَافَةَ الْمَقْطُوعَةَ . وَتُبَيِّنُ أَجْهَرَةُ قَمَرَةِ الْقِيَادَةِ أَيْضًا سُرْعَةَ الطَّائِرَةِ فِي الْهَوَاءِ وَعَلَى الْأَرْضِ ، وَالْمَوْقِعَ الْحَالِيَّ ، وَوَجْهَةَ الطَّائِرَةِ ، وَاتِّجَاهَ الرِّيحِ وَسُرْعَتَهَا .



هَذِهِ الطَّائِرَةُ مُجَهَّزَةٌ بِنِظَامِ الْمَلَاخَةِ الْقَصْرِى وَيُمْكِنُهَا تَحْدِيدُ مَوْقِعِهَا فِي أَى مَكَانٍ فِي الْعَالَمِ .

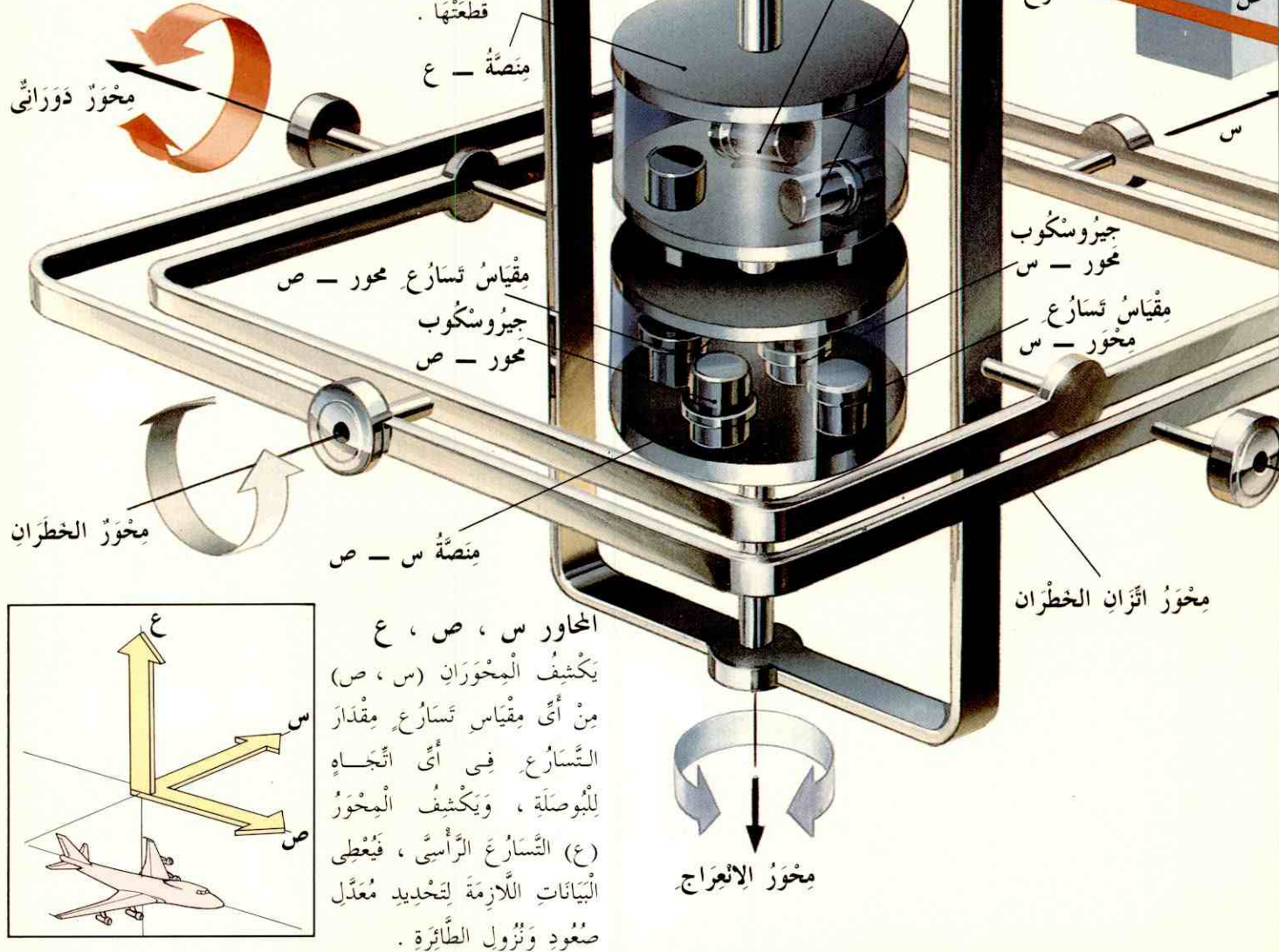
نظام أوميجا

يُحدّد نظام أوميجا موقع الطائرة بحساب الفرق الزمني بين استقبال موجات الراديو من محطتين أرضيتين ويُعطى نظام أوميجا سطح الكرة الأرضية من شبكة ذات ٨ محطات فقط، تُستخدم ترددات مُنخفضة جدًا (VLF) من ١٠ إلى ١٤ كيلو هرتز. وبواسطة هذا النظام يستطيع الملاح التعرف على موقع طائرته عند أي نقطة في السماء حول العالم. وتوجد محطات أوميجا في المواضع من أ إلى ح على هذه الخريطة.

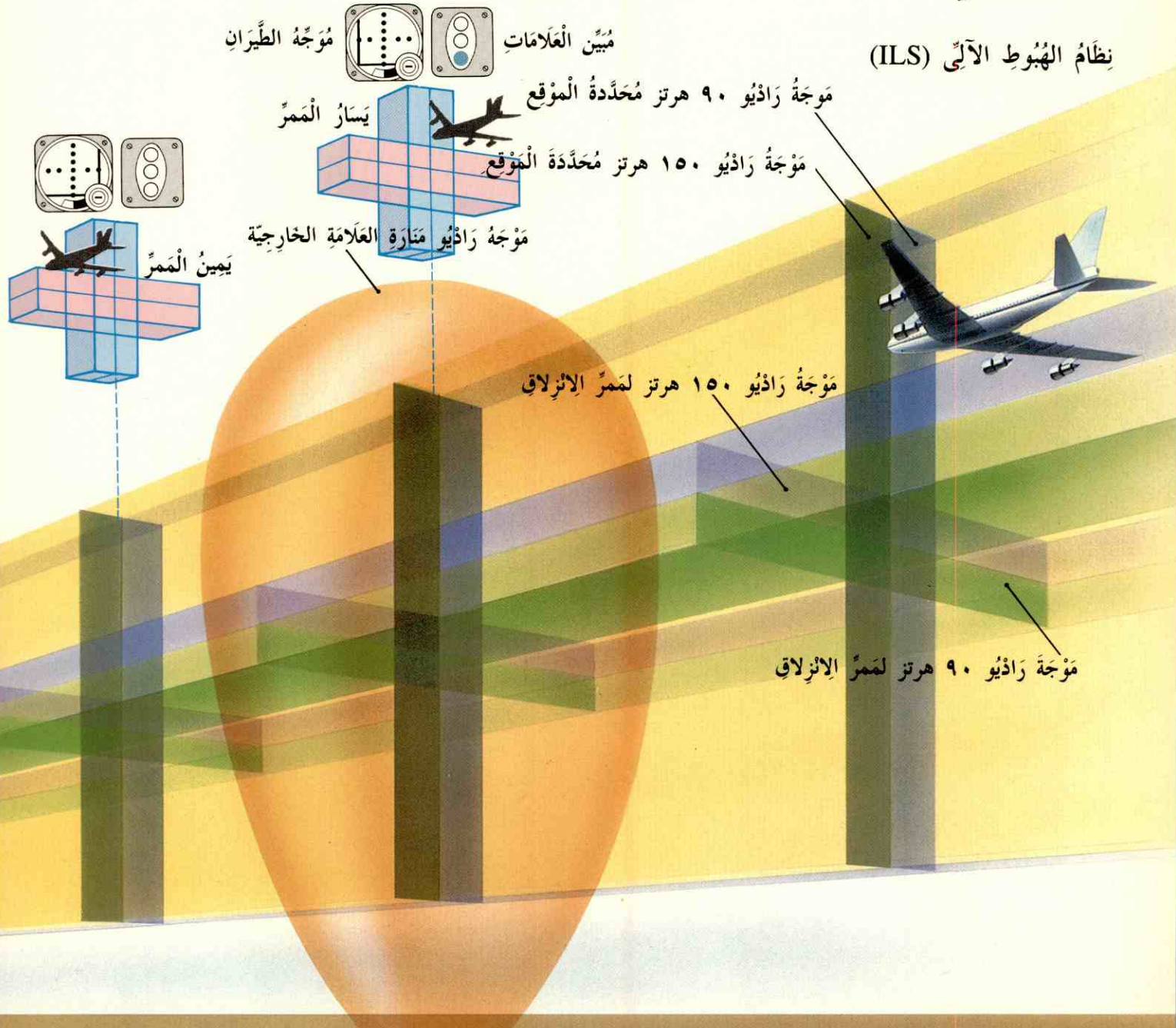


نظام الملاحة القصوى (INS)

يحتوي المتوازن الأفقي مقياسي تسارع. ومقياس التسارع «س» يكشف التسارع في اتجاهي الشرق والغرب، بينما يكشف مقياس التسارع «ص» التسارع في اتجاهي الجنوب والشمال. وتتسارع الطائرة باستمرار أثناء طيرانها. وتستخدم البيانات التي تُحدّد هذه الحركة لحساب سرعة الطائرة والمسافة التي قطعتها.



كَيْفَ تَهْبِطُ الطَّائِرَاتُ خِلَالَ الضَّبَابِ؟



■ مَنَارَةُ الْاسْتِدْلَالِ الْخَارِجِي

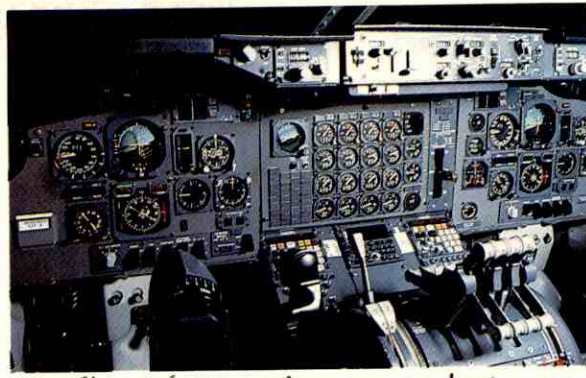
الْبُعْدُ عَنِ الْمَدْرَجِ . وَهَكَذَا يَسْتَطِيعُ الطَّيَّارُونَ اتِّبَاعَ الْمَسَارِ وَالْإِزْتِفَاعِ الصَّحِيحَيْنِ حَتَّى لَوْ تَعَدَّرَتِ الرُّوْيَةُ تَمَامًا .

وَقَدْ اسْتَبْدِلَ نِظَامُ ILS الْآنَ فِي مَطَارَاتٍ كَثِيرَةٍ بِآخَرٍ مُطَوَّرٍ هُوَ نِظَامُ الْهَبُوطِ بِالْمَوْجَاتِ الْمِيكْرُونِيَّةِ MLS الَّذِي يَسْتَخْدِمُ مُرْسَلَيْنِ أَرْضِيَيْنِ لِلْمَوْجَاتِ الْمِيكْرُونِيَّةِ وَهُمَا يُحَدِّثَانِ نِظَامًا لِلْهَبُوطِ الْآلِيِّ أَوْسَعِ وَأَكْثَرَ قُدْرَةً عَلَى التَّعَامُلِ مَعَ الطَّائِرَاتِ بِأَمَانٍ أَكْثَرَ مِنْ نِظَامِ ILS .

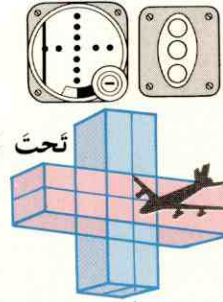
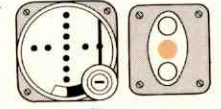
تَسْتَطِيعُ الطَّائِرَاتُ أَنْ تَهْبِطَ بِأَمَانٍ فِي جَمِيعِ ظُرُوفِ الطَّقْسِ بِفَضْلِ نِظَامِ الْهَبُوطِ الْآلِيِّ . وَعِنْدَمَا تَكُونُ الرُّوْيَةُ ضَعِيفَةً ، فَإِنَّ الطَّيَّارِينَ يَعْتَمِدُونَ عَلَى الْمَعْلُومَاتِ مِنَ الْأَجْهَزَةِ فِي مَقْصُورَةِ الْقِيَادَةِ ، وَعَلَى إِشَارَاتِ إِرْشَادِيَّةٍ مُوجَّهَةٍ تُرْسَلُ مِنْ نِظَامِ الْهَبُوطِ الْآلِيِّ الْمَوْجُودِ فِي الْمَطَارِ وَالَّذِي يَتَكَوَّنُ مِنْ مُحَدِّدِ مَوْقِعٍ ، وَمُبَيِّنِ مَمَرِ الْإِنزِلَاقِ ، وَسِلْسِلَةٍ مُتَابِعَةٍ مِنَ الْعَلَامَاتِ . وَبُيِّنَ مُحَدِّدُ الْمَوْقِعِ التَّغْيِرَاتِ فِي مَوْقِعِ الطَّائِرَةِ بِالنَّسْبَةِ لِلْخَطِّ الْمَنْصَفِ لِمَدْرَجِ الْمَطَارِ إِمَّا إِلَى الْيَمِينِ أَوْ إِلَى الْيَسَارِ . وَيُوضَّحُ مُبَيِّنُ مَمَرِ الْإِنزِلَاقِ زَاوِيَةَ نُزُولِ الطَّائِرَةِ . أَمَّا الْعَلَامَاتُ فَهِيَ ثُبُيْنُ

نظام الهبوط الآلي

يُرْسَلُ مُحَدِّدُ الْمَوْقِعِ فِي نِظَامِ ILS مُوجَّهَاتٍ لَاسِلِكِيَّتَيْنِ عِنْدَ ٩٠ هِرْتِزْ ، ١٥٠ هِرْتِزْ FM وَتُسَيَّطَرُ الْمَوْجَةُ ٩٠ هِرْتِزْ عَلَى الْمِنْطَقَةِ الَّتِي عَلَى يَسَارِ مَمَرِ الْإِنْخِدَارِ ، وَالْمَوْجَةُ ١٥٠ هِرْتِزْ عَلَى الْمِنْطَقَةِ الَّتِي عَلَى يَمِينِهِ (أَسْفَل). وَشِدَّةُ كُلِّ مِنْ هَاتَيْنِ الْإِشَارَتَيْنِ تَجْعَلُ الطَّيَّارَ غَارِفًا مَا إِذَا كَانَتْ الطَّائِرَةُ عَلَى يَمِينِ الْحُطِّ الْمُنْصَفِ لِلْمَدْرَجِ أَوْ عَلَى يَسَارِهِ ، حَيْثُ إِنَّ شِدَّتَيِ الْإِشَارَتَيْنِ تَتَسَاوَيَانِ عَلَى هَذَا الْحُطِّ . وَبِالْمِثْلِ ، تُبَيِّنُ إِشَارَتَانِ أُخْرَيَانِ مُعَدَّلَ التَّزْوِيلِ عَلَى طُولِ مَمَرِ الْإِنْخِلَاقِ . وَزَاوِيَةُ التَّزْوِيلِ الْمِثَالِيَّةُ هِيَ مِنْ ٢,٥ — ٥٣ نَحْوِ الْمَدْرَجِ ، وَفَوْقَهَا تَسُوْدُ إِشَارَةُ ١٥٠ هِرْتِزْ وَأَقْلَ مِنْهَا تَسُوْدُ الْإِشَارَةُ ٩٠ هِرْتِزْ . وَتَوْضَعُ ثَلَاثُ مَنَارَاتٍ اسْتِدْلَالٍ عَلَى طُولِ الْإِقْتِرَابِ مِنَ الْمَدْرَجِ . تُرْسَلُ إِشَارَاتُ مَوْجَهَةٌ عِنْدَ ٤٠٠ ، ١٣٠٠ ، ٣٠٠٠ هِرْتِزْ تُبَيِّنُ الْبُعْدَ عَنِ الْمَدْرَجِ الَّذِي يَتَرَاوَحُ بَيْنَ ٢/١ مِيلٍ وَخَمْسَةِ أَمْيَالٍ .



تُحْتَوِي لَوْحَةُ مُعَدَّاتِ قَمَرَةِ الْقِيَادَةِ عَلَى أَجْهَزَةٍ كُلِّ مِنْ نِظَامِ الْهَبُوطِ الْآلِيِّ ، وَمَوْجِهَةِ الطَّيْرَانِ .



مَوْجَةُ رَادِيُو مَنَارَةِ الْعَلَامَةِ الْوُسْطَى

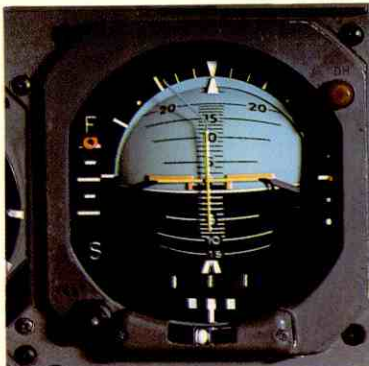
مَوْجَةُ رَادِيُو مَنَارَةِ الْعَلَامَةِ الْدَاخِلِيَّةِ

مُحَدِّدُ الْمَوْقِعِ

مَنَارَةُ الْعَلَامَةِ الْدَاخِلِيَّةِ مَدْرَجُ الْهَبُوطِ هَوَائِي مَنَارَةُ مَمَرِ الْإِنْخِلَاقِ

مَنَارَةُ الْعَلَامَةِ الْوُسْطَى

● مَوْجِهَةُ الطَّيْرَانِ (FD)



يُرْشِدُ مَوْجِهَةُ الطَّيْرَانِ الطَّيَّارَ إِلَى مَوْقِعِهِ بِالنَّسْبَةِ لِمَمَرِ الْإِنْخِلَاقِ . وَيَقُوْدُ الطَّيَّارُ الطَّائِرَةَ بِعَمَلِ تَعْدِيلِ مُسْتَعِمِّرٍ لِيُحَافِظَ عَلَى جَعْلِ الْقُضْبَانِ الرَّأْسِيِّ وَالْأَفْقِيَّةِ — عَلَى مَوْجِهَةِ الطَّيْرَانِ — تَتَقَاطَعُ بِزَوَايَا قَائِمَةٍ عِنْدَ مَرَكِزِ الْجِهَازِ .



● مُبَيِّنُ ILS

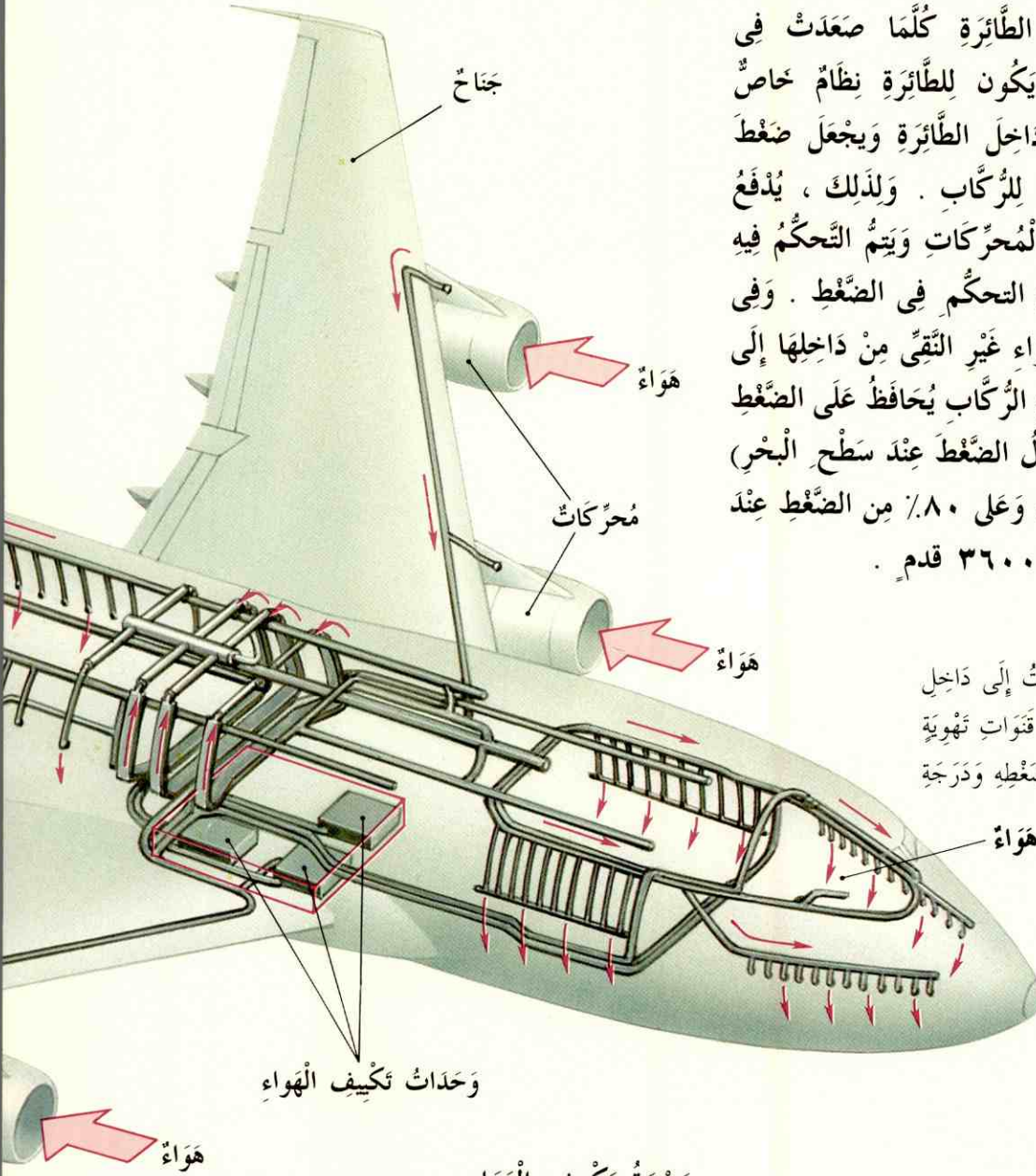
يَسْتَقْبِلُ مُبَيِّنُ ILS الْمَوْجُودُ فِي قَمَرَةِ الْقِيَادَةِ الْإِشَارَاتِ مِنْ مُحَدِّدِ الْمَوْقِعِ ، وَمَنَارَةِ مَمَرِ الْإِنْخِلَاقِ ، وَمَنَارَاتِ الْاسْتِدْلَالِ . وَتُرْسَلُ هَذِهِ الْبَيِّنَاتُ إِلَى مَوْجِهَةِ الطَّيْرَانِ . وَالْأَصْوَاءُ فِي أَعْلَى الصُّورَةِ تُضْيِئُ وَتُطْفِئُ عِنْدَ الْمُرُورِ الطَّائِرَةِ عَلَى كُلِّ مَنَارَةِ اسْتِدْلَالٍ .

كَيْفَ يُكَيَّفُ ضَغْطُ الْهَوَاءِ دَاخِلَ الطَّائِرَةِ؟

يَقِلُّ الضَّغْطُ الْجَوِّيُّ خَارِجَ الطَّائِرَةِ كُلَّمَا صَعَدَتْ فِي السَّمَاءِ . وَلِذَلِكَ يَجِبُ أَنْ يَكُونَ لِلطَّائِرَةِ نِظَامٌ خَاصٌّ لِتَكْيِيفِ الْهَوَاءِ لِيُدْفَعَ الْهَوَاءُ دَاخِلَ الطَّائِرَةِ وَيَجْعَلَ ضَغْطَ الْهَوَاءِ دَاخِلُهَا مُنَاسِبًا وَمُرِيحًا لِلرُّكَّابِ . وَلِذَلِكَ ، يُدْفَعُ الْهَوَاءُ إِلَى دَاخِلِ الطَّائِرَةِ مِنَ الْمُحَرِّكَاتِ وَيَتِمُّ التَّحْكُمُ فِيهِ مِنْ خِلَالِ سِلْسِلَةٍ مِنْ صِمَامَاتِ التَّحْكُمِ فِي الضَّغْطِ . وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ ، يَتِمُّ إِخْرَاجُ الْهَوَاءِ غَيْرِ النَّقِيِّ مِنْ دَاخِلِهَا إِلَى الْخَارِجِ . وَفِي مُعْظَمِ طَائِرَاتِ الرُّكَّابِ يُحَافِظُ عَلَى الضَّغْطِ عِنْدَ ١ ضَغْطِ جَوِيٍّ (وَهُوَ يُعَادِلُ الضَّغْطَ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ) حَتَّى ارْتِفَاعَ ٢٢٥٠٠ قَدَمٍ ، وَعَلَى ٨٠٪ مِنَ الضَّغْطِ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ حَتَّى ارْتِفَاعَ ٣٦٠٠٠ قَدَمٍ .

دَوْرَةُ الْهَوَاءِ دَاخِلَ طَائِرَةٍ

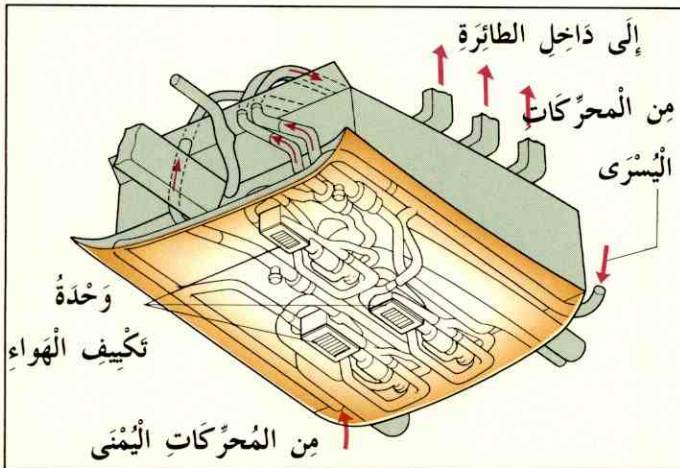
يُضَخُّ الْهَوَاءُ الَّذِي تَسْحَبُهُ الْمُحَرِّكَاتُ إِلَى دَاخِلِ مَقْصُورَةِ الرُّكَّابِ وَقَمَرَةِ الْقِيَادَةِ عَبْرَ قَنَوَاتٍ تَهْوِيَّةٍ خَاصَّةٍ ، وَذَلِكَ بَعْدَ أَنْ يَتِمَّ ضَبْطُ ضَغْطِهِ وَدَرَجَةِ حَرَارَتِهِ .



وَحَدَاتُ تَكْيِيفِ الْهَوَاءِ

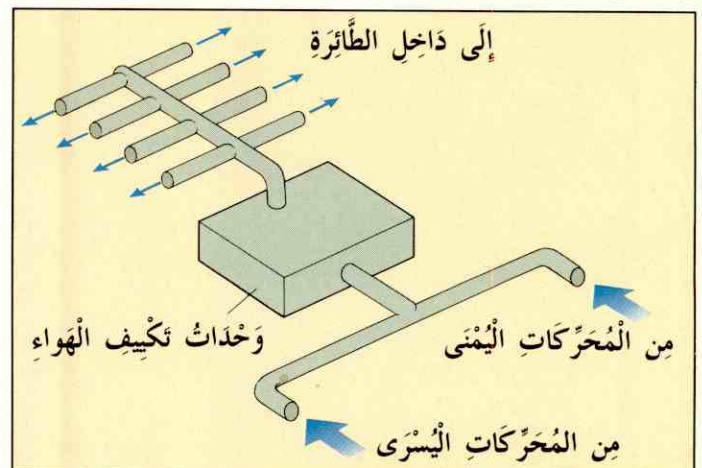
وَحْدَةُ تَكْيِيفِ الْهَوَاءِ

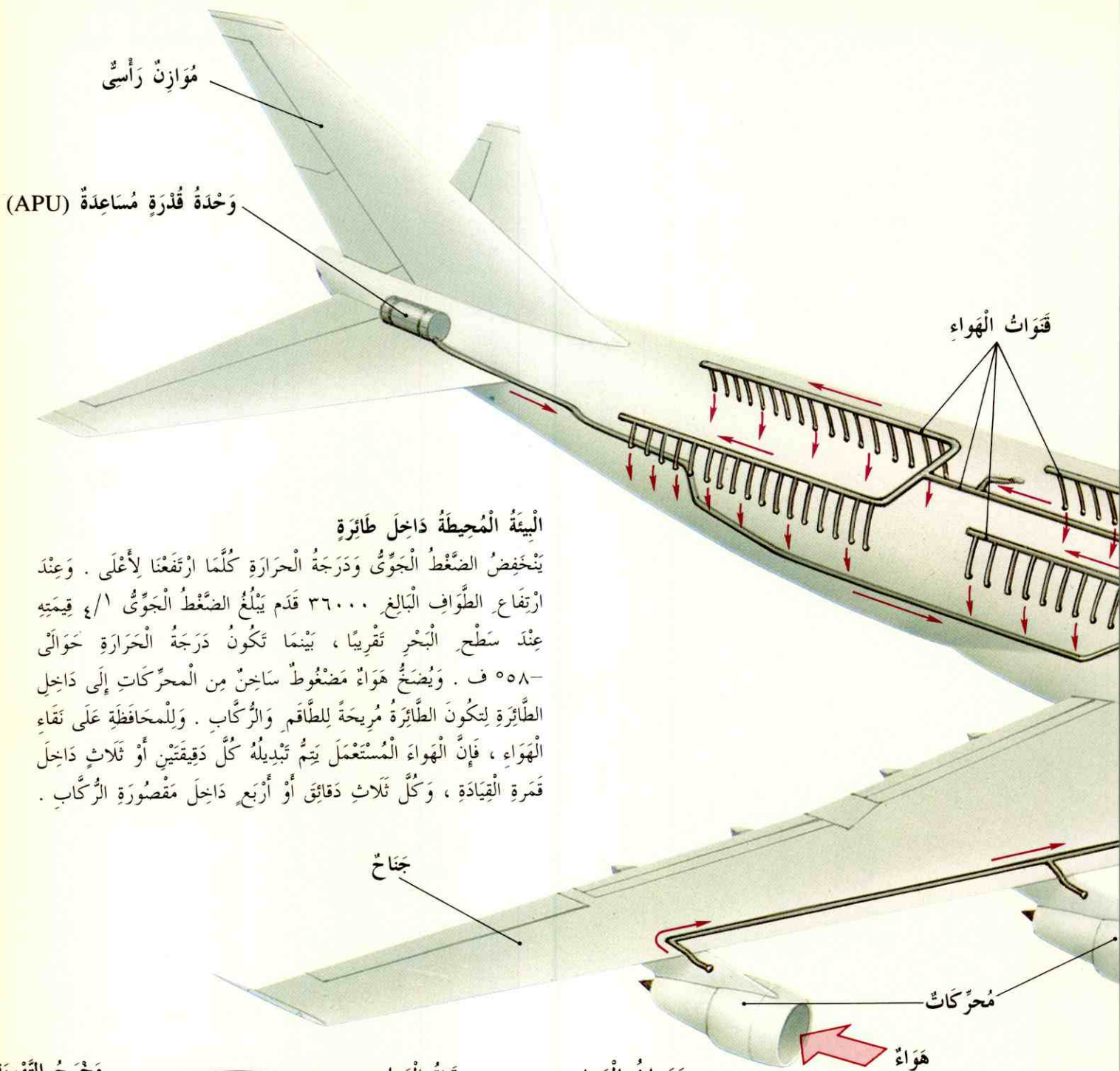
تُوجَدُ وَحْدَةُ تَكْيِيفِ الْهَوَاءِ فِي وَسْطِ الطَّائِرَةِ . وَبِهَا مَدَاوِلُ هَوَاءٍ وَمُبَادِلُ حَرَارَتِي يُبْرَدُ الْهَوَاءُ الْوَارِدُ مِنَ الْمُحَرِّكَاتِ قَبْلَ دُخُولِهِ إِلَى الْمَقْصُورَةِ .



ضَخُّ الْهَوَاءِ دَاخِلَ الطَّائِرَةِ

تُرْسَلُ وَحْدَةُ تَكْيِيفِ الْهَوَاءِ هَوَاءً مِنَ الْمُحَرِّكَاتِ إِلَى الْمَقْصُورَةِ خِلَالَ قَنَوَاتٍ فِي السَّقْفِ . وَيَتِمُّ مَدَاوِلَةُ الْهَوَاءِ خِلَالَ الْمَقْصُورَةِ ثُمَّ يَخْرُجُ مِنَ الْمُوَحَّرَةِ خِلَالَ صِمَامَاتِ التَّحْكُمِ فِي الضَّغْطِ .





مَخْرَجُ التَّهْوِيَةِ

قَنَاةُ الْهَوَاءِ

دَوْرَانُ الْهَوَاءِ

تَبْدَأُ دَوْرَةَ الْهَوَاءِ مِنْ قَنَوَاتِ السَّقْفِ خِلَالَ الْمَقْصُورَةِ ثُمَّ تَحْتَ الْأَرْضِيَّةِ ثُمَّ إِلَى الْمُوَخَّرَةِ لِيَخْرُجَ مِنْ فُتُوحَاتِ التَّهْوِيَةِ .

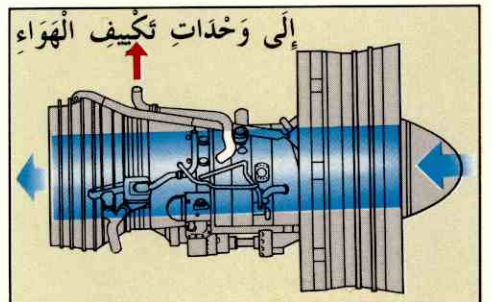
مَقَاعِدُ الرُّكَّابِ فِي الْمَقْصُورَةِ

حُجْرَةُ الْبَضَائِعِ

صِمَامُ التَّحْكُمِ فِي الضَّغْطِ

آلِيَّةُ إِدْخَالِ هَوَاءِ الْمُحْرَكِ

هَذِهِ الْآلِيَّةُ تُبَرِّدُ الْهَوَاءَ الْمَضْغُوطَ عَالِي الضَّغْطِ الْوَاردَ مِنَ الْمُحْرَكَاتِ وَتُنْقِيهِ قَبْلَ إِدْخَالِهِ إِلَى الْمَقْصُورَةِ وَالْقَمَرَةِ .

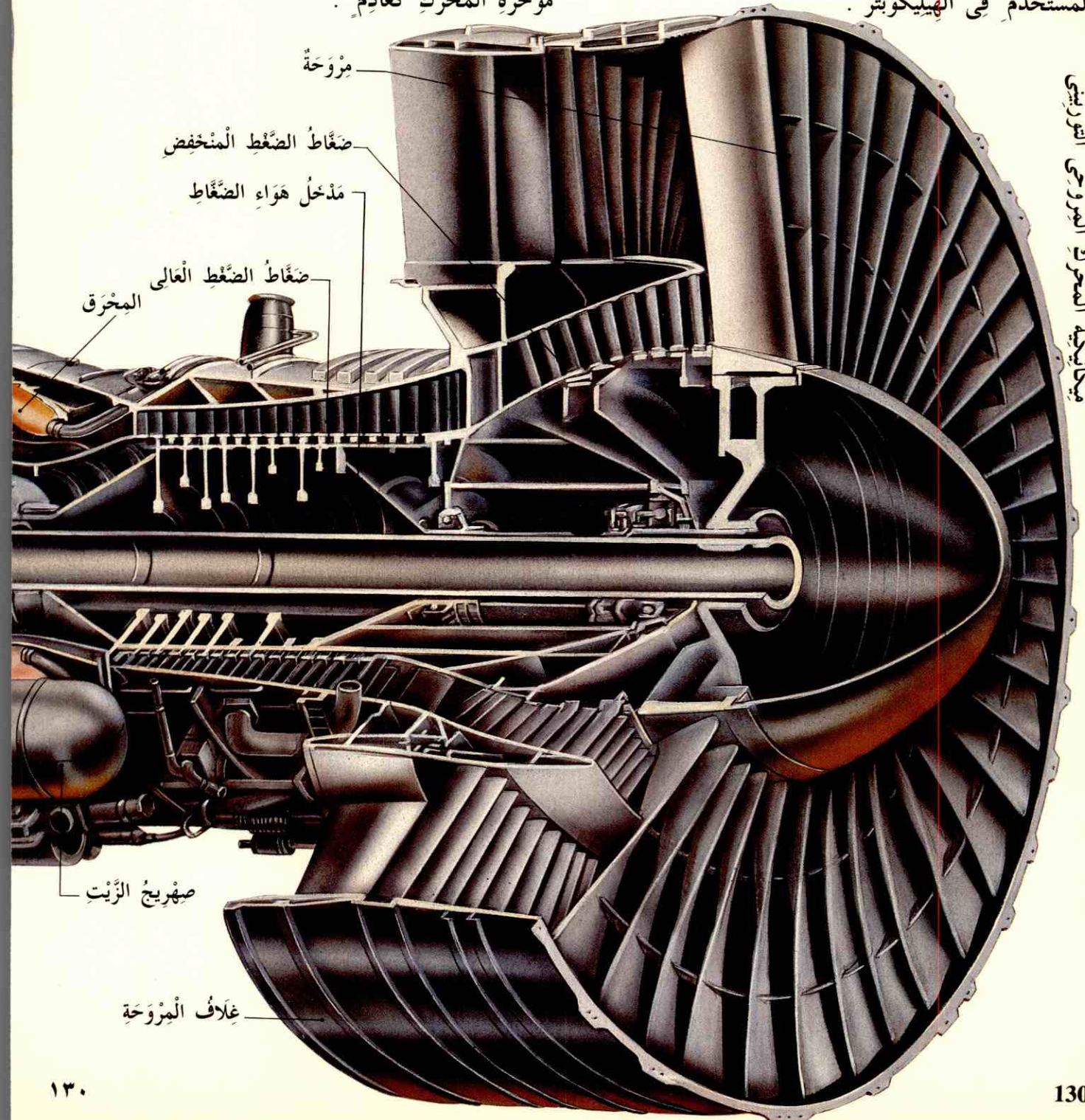


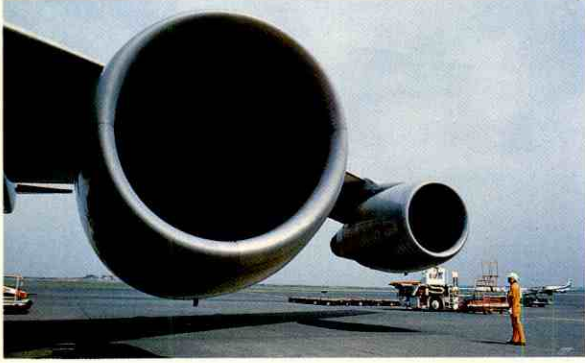
كَيْفَ يَعْمَلُ الْمُحَرِّكُ النَّفَاثُ؟

وَيَتَرَكَّبُ الْمُحَرِّكُ الْمُرَوَّحِيُّ الثُّورْبِينِيُّ مِنْ ثَلَاثَةِ أَجْزَاءٍ رَئِيسِيَّةٍ هِيَ : الضَّغَّاطُ ، وَغُرْفَةُ الْإِحْتِرَاقِ ، وَالثُّورْبِينُ الَّذِي يُؤَلِّدُ الْقُدْرَةَ . وَفِي الْبِدَايَةِ يُسْحَبُ الْهَوَاءُ فِي الْمُحَرِّكِ وَيُضَغَطُ بِوَاسِطَةِ مُرَوَّحَةِ الضَّغَّاطِ . ثُمَّ يُدْفَعُ الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ لِيَخْتَلِطَ مَعَ الْوَقُودِ فِي الْمَحْرَقِ فَيَشْتَعِلُ الْخَلِيطُ مُنتِجًا غَازَاتٍ عَالِيَةِ الضَّغْطِ وَدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ . وَتَمُرُّ هَذِهِ الْغَازَاتُ خِلَالَ الثُّورْبِينِ فَتَجْعَلُهُ يَدُورُ بِسُرْعَةٍ عَالِيَةٍ . وَتَتَوَلَّدُ الدَّفْعُ عِنْدَمَا تُجْبَرُ عَلَى الْخُرُوجِ مِنْ مُوَحِّرَةِ الْمُحَرِّكِ كَعَادِمٍ .

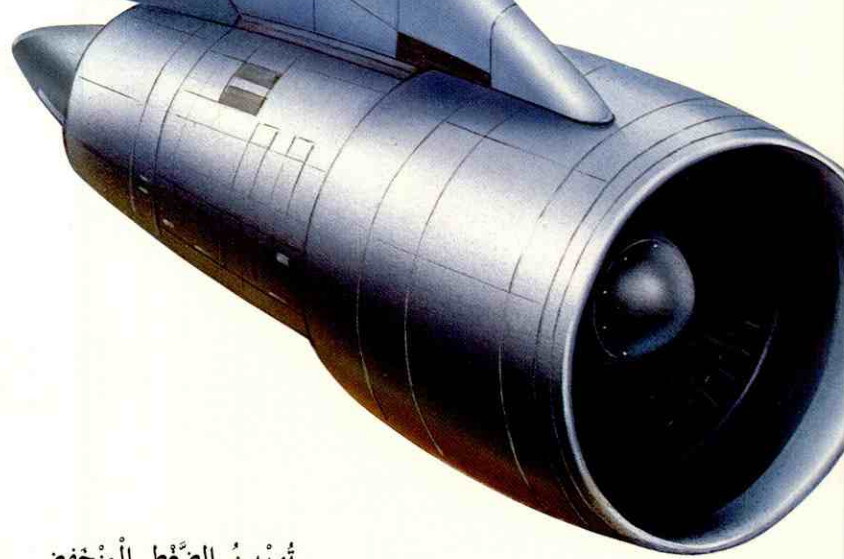
تُسْحَبُ الْمُرَوَّحَةُ الطَّائِرَةُ إِلَى الْأَمَامِ ، وَلَكِنَّ الْمُحَرِّكَ النَّفَّاثَ يَدْفَعُ الطَّائِرَةَ إِلَى الْأَمَامِ بِوَاسِطَةِ الدَّفْعِ الَّذِي تُحْدِثُهُ غَازَاتُ الْعَادِمِ السَّاخِنَةِ الْمَطْرُودَةِ بِسُرْعَةٍ عَالِيَةٍ إِلَى الْخَلْفِ . وَهُنَاكَ ٤ أَنْوَاعٍ مِنَ الْمُحَرِّكَاتِ النَّفَّاثَةِ الثُّورْبِينِيَّةِ : النَّفَّاثُ الثُّورْبِينِيُّ ، وَالثُّورْبِينِيُّ بِمُرَوَّحَةٍ مِثْلُ الْمُسْتَحْدِمِ فِي طَائِرَاتِ الرُّكَّابِ النَّفَّاثَةِ مِثْلُ بُوينج ٧٤٧ ، وَالْمُرَوَّحِيُّ الثُّورْبِينِيُّ الَّذِي يَسْتَحْدِمُ مَرَاوِحَ تَسْتَمِدُّ قُدْرَتَهَا مِنْ ثَوْرَيْنِ ، وَالثُّورْبِينِيُّ بِالْعُمُودِ الدَّوَّارِ الْمُسْتَحْدِمِ فِي الْهِيلِكُوبْتَرِ .

مَكَانِيَّةُ الْمُحَرِّكِ الْمُرَوَّحِيِّ الثُّورْبِينِيِّ

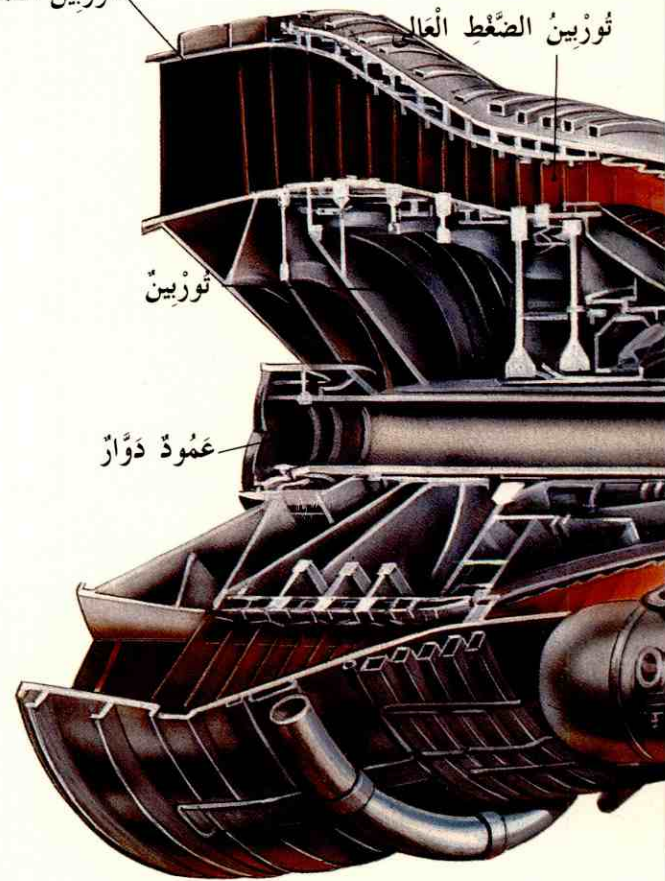
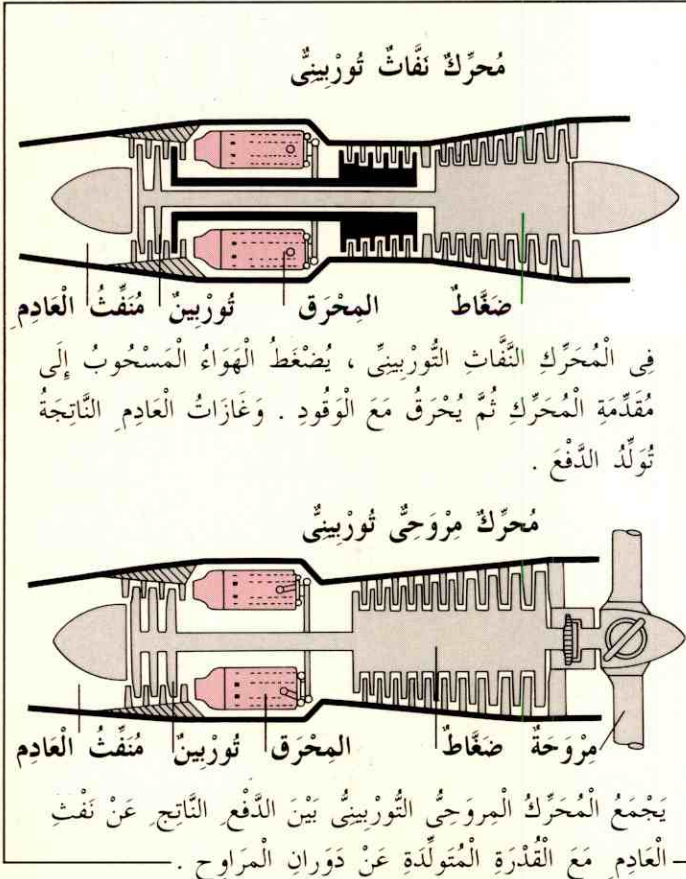




يَحْرَقُ مَحْرَكًا الْجَامِبُو النَّفَّاثَةِ ٣٢٥٠٠ جَالُونٍ مِنَ الْوَقُودِ
لِلطَّيْرَانِ مِنْ طَوْكِيُو إِلَى سَانْ فَرَانْسِيْسْكُو .



ثَوْرِيْنُ الصَّغَطِ الْمُنْخَفِضِ
ثَوْرِيْنُ الصَّغَطِ الْعَالِي

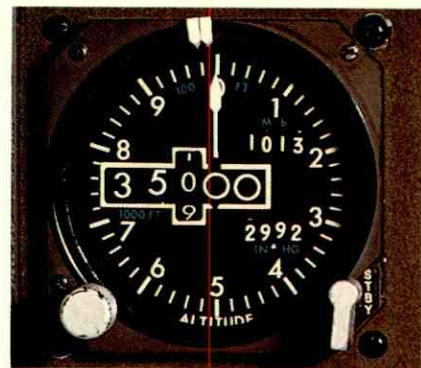


بَعْدَ أَنْ يَجْذِبَ الْمُحَرِّكَ الثَّوْرِيْنِي الْهَوَاءَ ، فَإِنَّ صَغَطَ الْعَاِزِ يَرْتَفِعُ
خِلَالَ سِلْسِلَةٍ مِنْ مَرَاكِجِلِ الصَّغَطِ . وَيَزْدَادُ كُلُّ مِنَ الصَّغَطِ
وَالْحَجْمِ زِيَادَةً كَبِيرَةً عِنْدَمَا يَحْدُثُ الْإِشْعَالُ فِي الْمَحْرَقِ .
وَالدَّفْعُ النَّاتِجُ عَنْ الْعَادِمِ يَزِيدُ سُرْعَةَ الطَّائِرَةِ النَّفَّاثَةِ إِلَى سُرْعَاتٍ
عَالِيَةٍ جَدًّا لَا تَصِلُ إِلَيْهَا الطَّائِرَاتُ الْمِرْوَحِيَّةُ .

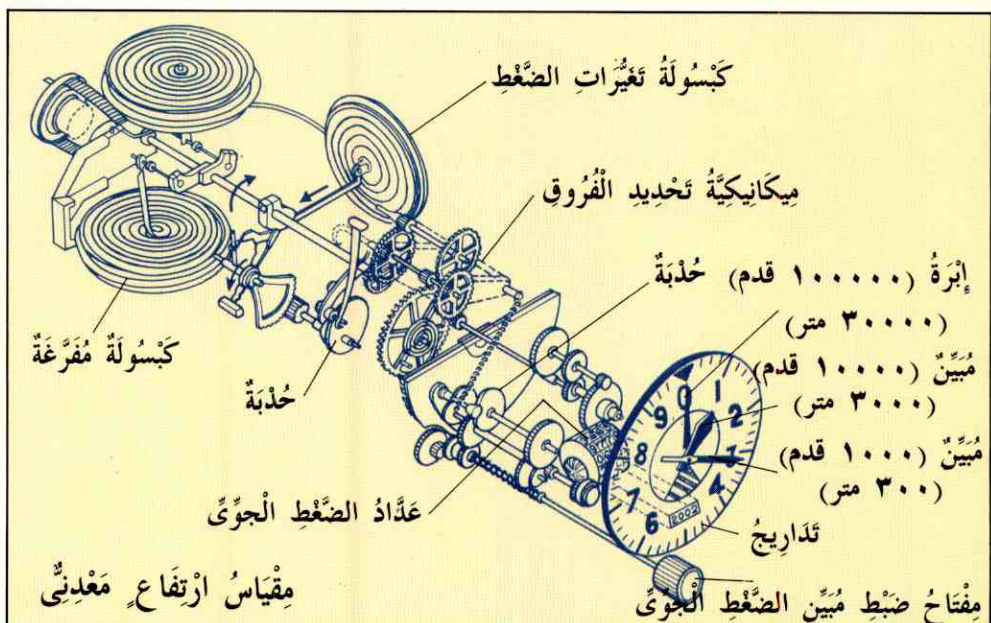
كَيْفَ يَقَاسُ

مَقْيَاسُ الِارْتِفَاعِ

مَقْيَاسُ الِارْتِفَاعِ بِالضَّعْطِ الْجَوِّي يَسْتَحْدِمُ بَارُومِتْرًا لِيَقِيَ التَّغْيِرَاتِ فِي ضَّعْطِ الْهَوَاءِ خَارِجَ الطَّائِرَةِ اثنَاءَ تَحْرُكِهَا إِلَى أَعْلَى أَوْ أَسْفَلَ . وَيَظْهَرُ الِارْتِفَاعُ بِالْأَقْدَامِ أَوْ الْأَمْتَارِ عَلَى لَوْحَةِ الْمَعْدَّاتِ فِي قَمَرَةِ الْقِيَادَةِ . وَيَجِبُ ضَبْطُ مِثْلِ هَذِهِ الْمَقْيَاسِ لِتَسْمَحَ بِإِظْهَارِ تَغْيِرَاتِ الضَّعْطِ الْجَوِّي النَّاتِجَةِ عَنْ ظُرُوفِ الطَّقْسِ الْمُتَغَيِّرَةِ .

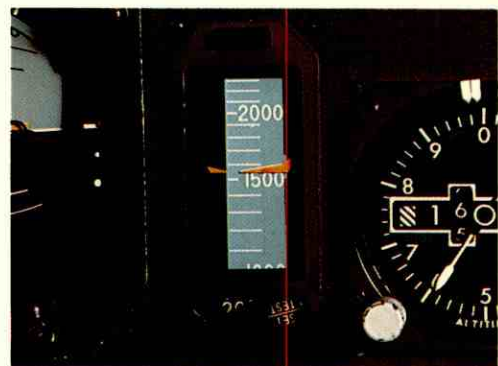


يُسَمَّى مَبِينُ مَآخٍ عَلَى اسْمِ الْفِيْزِيَاءِيِّ إِيرِنِسْتِ مَآخٍ الَّذِي وَجَدَ أَنَّ سُرْعَةَ الصَّوْتِ عِنْدَ سَطْحِ الْبَحْرِ تَبْلُغُ ٧٦٠ مِيلًا / سَاعَةً .



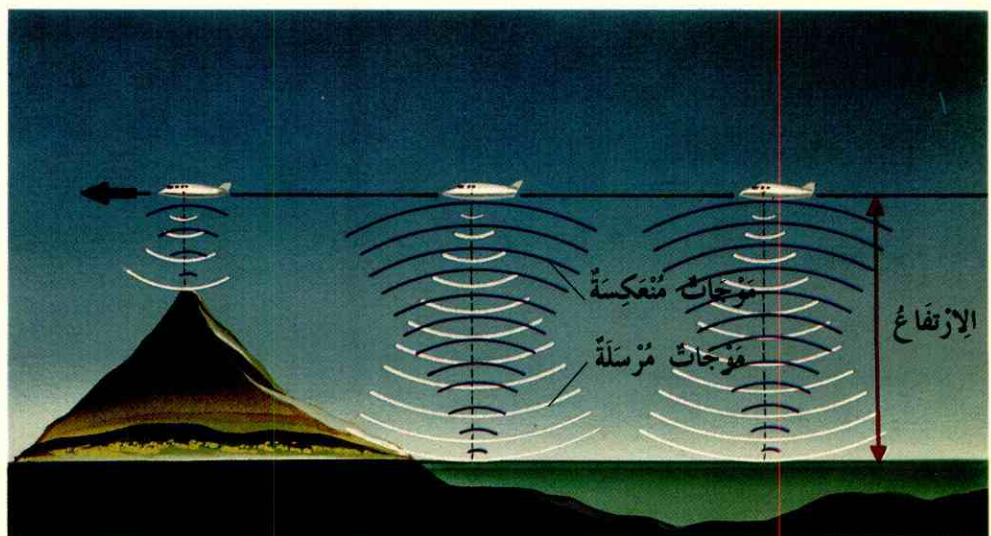
تَرْكِيبُ أَتْيُوبِ بِيْتُو

يَقِيسُ أَتْيُوبُ بِيْتُو كَلًّا مِنْ ضَّعْطِ تَيَّارِ الْهَوَاءِ الدَّاخِلِ ، وَالضَّعْطِ الْأَسْتَاتِيكِيِّ عَلَى طُولِ جَوَانِبِ الْأَتْيُوبِ . وَالْفَرْقُ بَيْنَ هَاتَيْنِ الْقَرَأَتَيْنِ يَدُلُّ الطَّيَّارَ عَلَى سُرْعَةِ الْهَوَاءِ .



أَتْيُوبُ ضَّعْطِ اسْتَاتِيكِي

أَتْيُوبُ بِيْتُو



كُلِّ مِنَ الْإِرْتِفَاعِ وَالسَّرْعَةِ؟

يُقَاسُ اِرْتِفَاعُ وَسُرْعَةُ الطَّائِرَةِ بِأَجْهَزَةٍ تُسَمَّى مُبَيِّنَاتِ سُرْعَةِ الْهَوَاءِ وَمَقَاسِسِ الْإِرْتِفَاعَاتِ . وَتُحَدَّدُ السَّرْعَةُ بِقِيَاسِ فُرُوقِ ضَعْفِ الْهَوَاءِ الْمَارِّ خِلَالَ أَتُبُوبٍ - تُسَمَّى أَتُبُوبِ بِيْتُو - تُوجَدُ فِي الْجَنَاحِ أَوْ الْمَقْدَمَةِ . وَتَتَأَثَّرُ الْبَارُومِتْرُ الْمَعْدِنِيُّ بِتَغْيِيرَاتِ الضَّغْطِ فَيَتَمَدَّدُ أَوْ يَنْكَمِشُ مُحَرِّكًا مُؤَشِّرًا يَتَحَكَّمُ فِي مَقْيَاسِ عَلَى لَوْحَةِ الْمُعَدَّاتِ فِي قَمَرَةِ الْبَيَادَةِ . وَكُلَّمَا زَادَتْ سُرْعَةُ الطَّائِرَةِ زَادَتْ فُرُوقُ ضَعْفِ

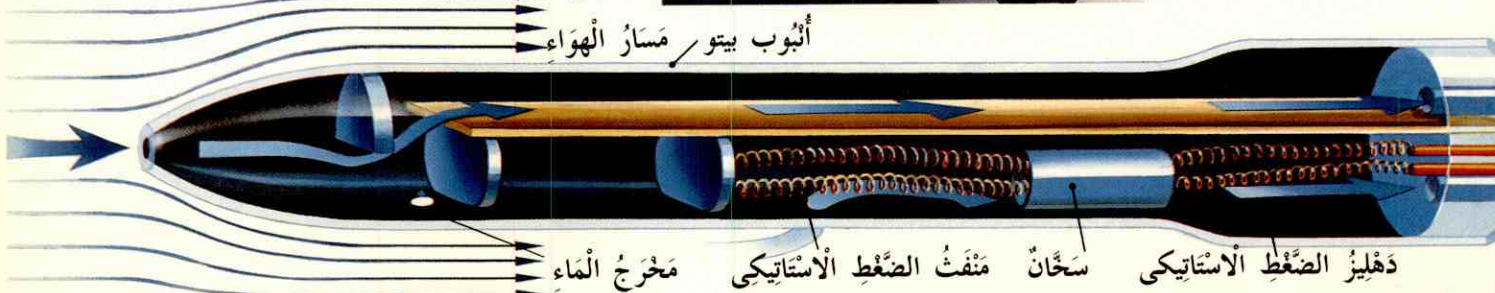
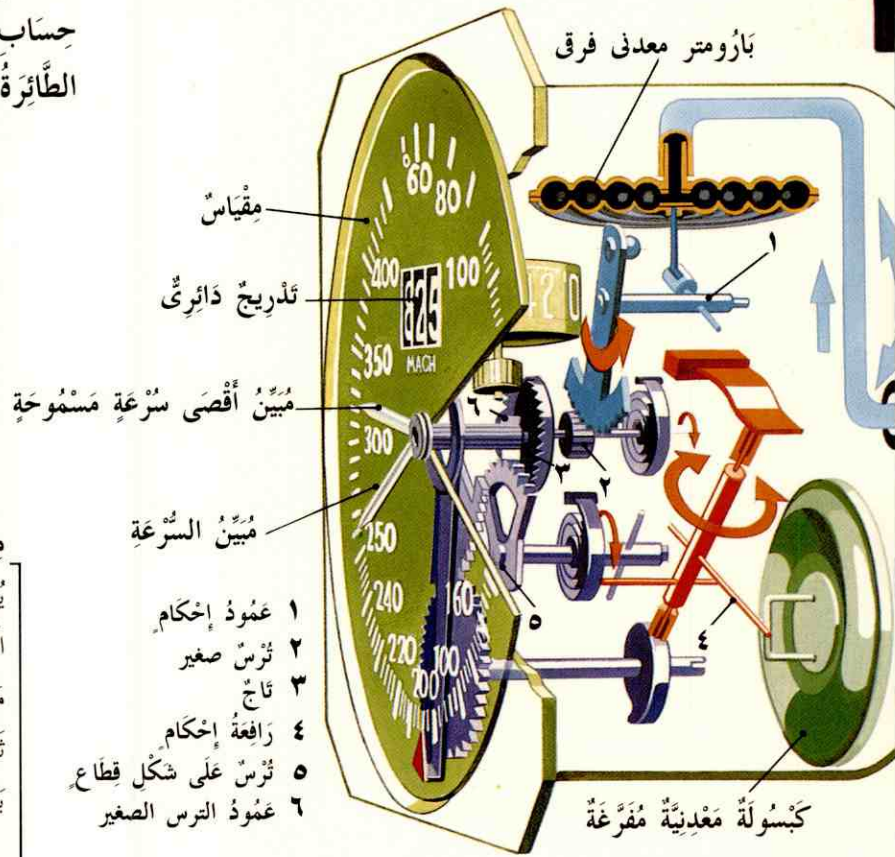
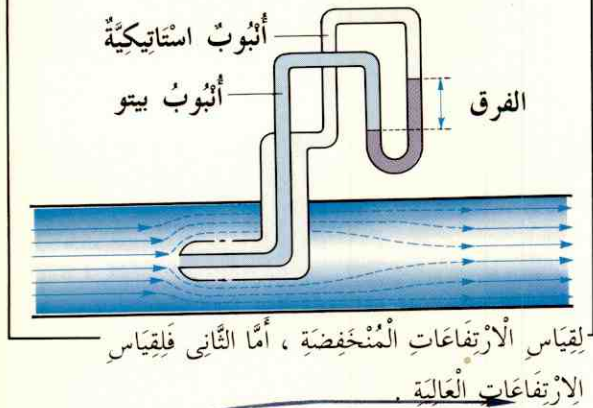
الْهَوَاءِ عِنْدَ نِهَائِي أَتُبُوبِ بِيْتُو . وَيُقَاسُ الْإِرْتِفَاعُ بِطَرِيقَتَيْنِ . فَمَقْيَاسُ الْإِرْتِفَاعِ بِالضَّغْطِ الْجَوِّيِّ يَقِيسُ بِيَسَاطَةِ الضَّغْطِ الْمَتَغَيِّرِ خَارِجَ الطَّائِرَةِ عِنْدَمَا تَصْعَدُ أَوْ تَهْبِطُ . وَتَتَأَثَّرُ الْكَبْسُولَةُ الْمَفْرَعَةُ بِتَغْيِيرَاتِ الضَّغْطِ ، وَهَذَا الشَّدُّ الْمَتَغَيِّرُ عَلَى زُنْبُرِ الْبَارُومِتْرِ الْمَعْدِنِيِّ يُتَرَجَّمُ إِلَى قِرَاءَاتٍ لِلْإِرْتِفَاعِ . وَمَقْيَاسُ الْإِرْتِفَاعِ بِمَوَاجَاتِ الْإِسْلِكِيِّ يَقِيسُ الْإِرْتِفَاعَ عَنْ طَرِيقِ حِسَابِ الزَّمَنِ الَذِي تُسْتَعْرِقُهُ مَوَاجَاتُ لَاسِلِكِيَّةٍ تُرْسِلُهَا الطَّائِرَةُ لِتَعُودَ إِلَيْهَا بَعْدَ انْعِكَاسِهَا عَلَى الْأَرْضِ .

مُبَيِّن مَآخِ لِسُرْعَةِ الْهَوَاءِ

يُقَاسُ مُبَيِّن مَآخِ سُرْعَةِ الْهَوَاءِ بِالنَّسْبَةِ لِسُرْعَةِ الصَّوْتِ الْمَعْرُوفَةِ بِمَآخِ ١ . وَتُقَاسُ تَغْيِيرَاتِ الضَّغْطِ بَيْنَ قِمَّةِ أَتُبُوبِ بِيْتُو وَمُنْفَثِ الضَّغْطِ الْإِسْتَاتِيكِيِّ عَلَى جَانِبِهَا . وَيَتَمَدَّدُ بَارُومِتْرَانِ مَعْدِنِيَّانِ أَوْ يَنْكَمِشَانِ بِتَأْثِيرِ ضَعْفِ الْهَوَاءِ ، وَتَنْعَكِسُ هَذِهِ الْحَرَكَةُ لِتُظْهَرَ عَلَى مُبَيِّنِ سُرْعَةِ الْهَوَاءِ .

مَقْيَاسُ اِرْتِفَاعٍ لَاسِلِكِي

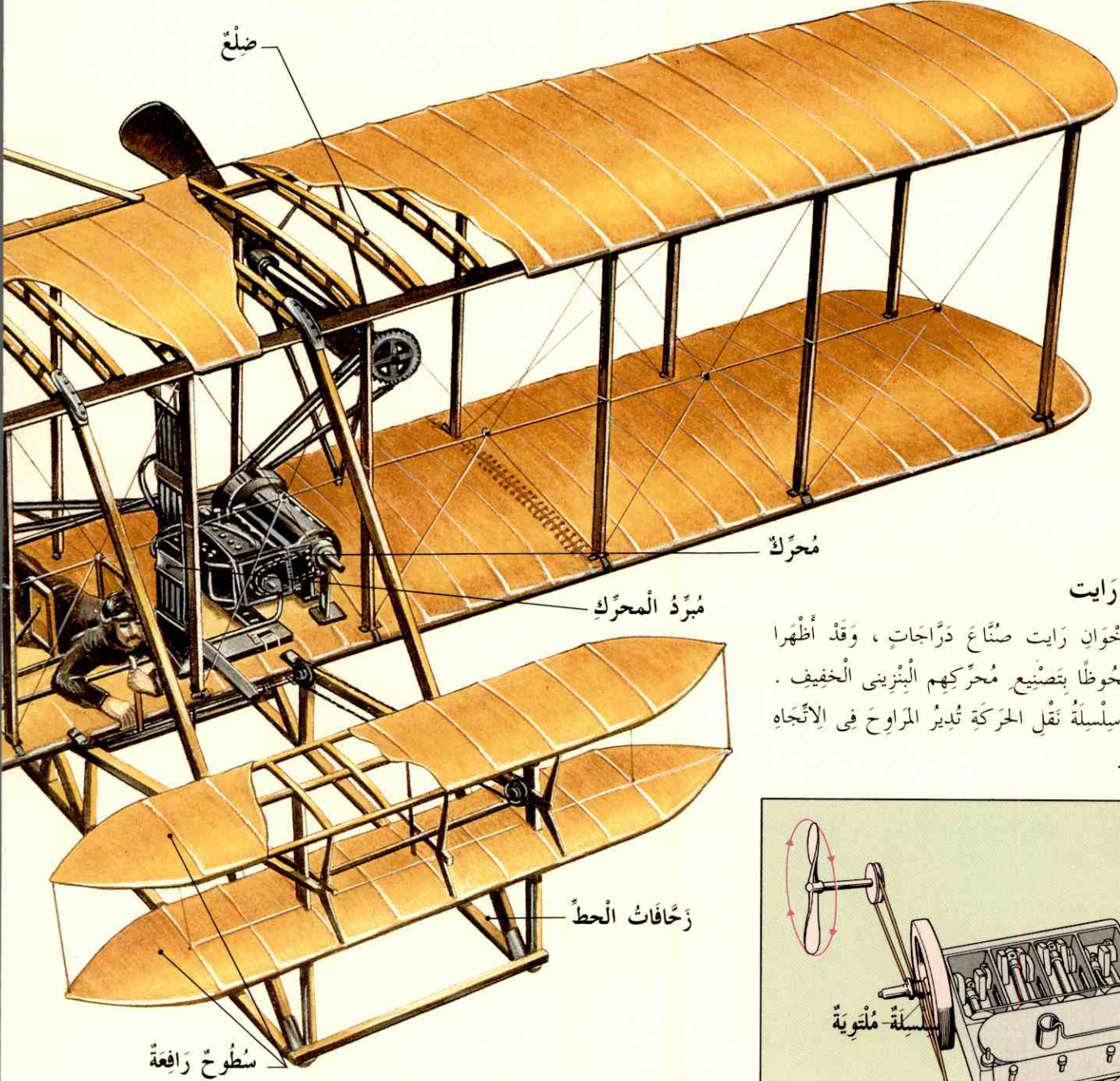
يُوجَدُ نَوْعَانِ مِنْ مَقَاسِسِ الْإِرْتِفَاعِ الْإِسْلِكِيَّةِ . الْأَوَّلُ يُحَدِّدُ الْإِرْتِفَاعَ مِنَ الْفَرْقِ فِي تَرْدُّدَاتِ مَوَاجَاتِ الْإِسْلِكِيِّ الْمُرْسَلَةِ إِلَى الْأَرْضِ وَالْمُنْعَكِسَةِ ثَانِيَةً إِلَى الطَّائِرَةِ (يَسَار) . وَالثَّانِي يَقِيسُ الْفَتْرَةَ الزَّمَنِيَّةَ بَيْنَ إِرْسَالِ وَعُودَةِ الْإِشَارَاتِ . وَيُسْتَحْدَمُ الْأَوَّلُ



كَيْفَ كَانَتْ الطَّائِرَةُ الْأُولَى؟

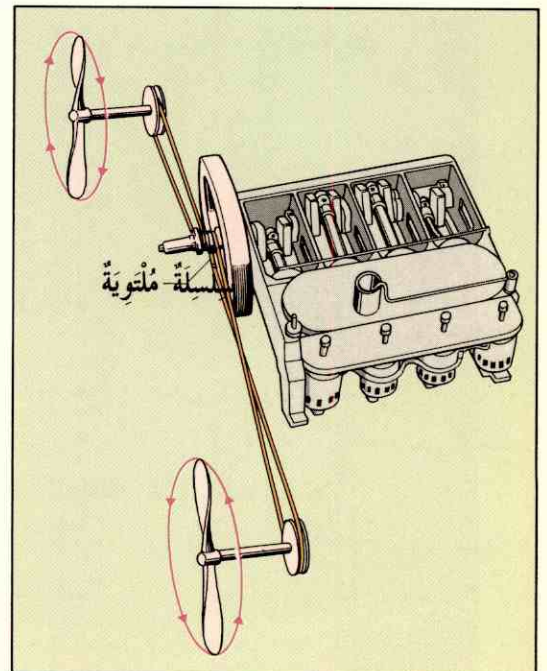
قَدَمًا . وَكَانَ بَاعُ الْجَنَاحِ يَطُولُ ٤٠ قَدَمًا ، وَاسْتَمَدَّتْ طَائِرَةٌ رَأَيْتَ قُدْرَتَهَا مِنْ مُحَرِّكِ بِنَزِينِ رُبَاعِيَّ الْأُسْطُوَانَاتِ خَفِيفِ بِقُدْرَةِ ١٢ حِصَانًا وَيُدِيرُ مَرَاوِحَ الطَّائِرَةِ بِوَاسِطَةِ سِلْسِلَةٍ تَدْوِيرٍ . وَتَمَيَّزَتِ الطَّائِرَةُ بِأَطْرَافِ أَجْنِحَةٍ مَرْنَةٍ يُمَكِّنُ تَنْيِهَا لَتَوَجُّهَ الطَّائِرَةِ .

فِي ١٧ دِيَسَمْبَرِ عَامِ ١٩٠٣ فِي كَارُولِينَا الشَّمَالِيَّةِ عِنْدَ مَرْتَفَعَاتِ قَتْلِ الشَّيْطَانِ أَطْلَقَ الْأَخَوَانِ أُوْرْفِيلُ وَوُلْبِرُ رَأَيْتَ مِنْ دَايْتُونِ بِأَوْهَيْوِ أَوَّلَ مَرَكَبَةٍ تَقْطَعُ رَحْلَةً نَاجِحَةً بِمُحَرِّكِ أَثْقَلَ مِنَ الْهَوَاءِ . وَفِي رَحْلَتَيْهِمَا الْأُولَى كَانَ أُوْرْفِيلُ هُوَ الطَّيَّارُ ، وَاسْتَعْرَقَتْ الرَّحْلَةُ ١٢ ثَانِيَةً فَقَطْ لِمَسَافَةِ ١٢٠



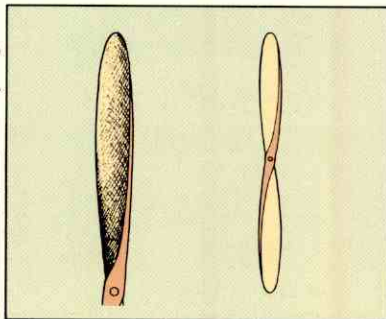
مُحَرِّكُ رَأَيْتَ

كَانَ الْأَخَوَانِ رَأَيْتَ صُنَاعَ دَرَجَاتٍ ، وَقَدْ أَظْهَرَ تَقْدَمًا مَلْحُوظًا بِتَصْنِيعِ مُحَرِّكِهِمُ الْبِنَزِينِي الْخَفِيفِ . وَكَانَتْ سِلْسِلَةُ نَقْلِ الْحَرَكَةِ تُدِيرُ الْمَرَاوِحَ فِي الْإِتْجَاهِ الْمُضَادِّ .



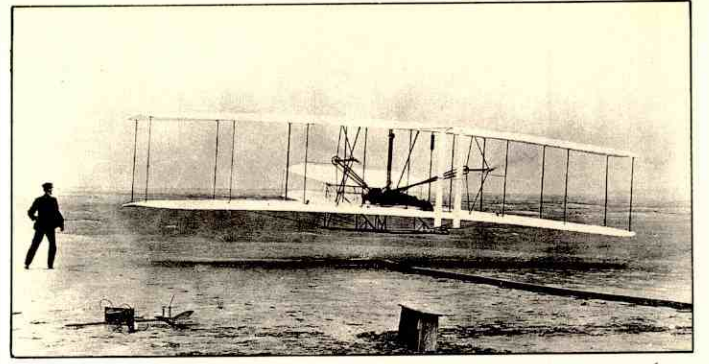
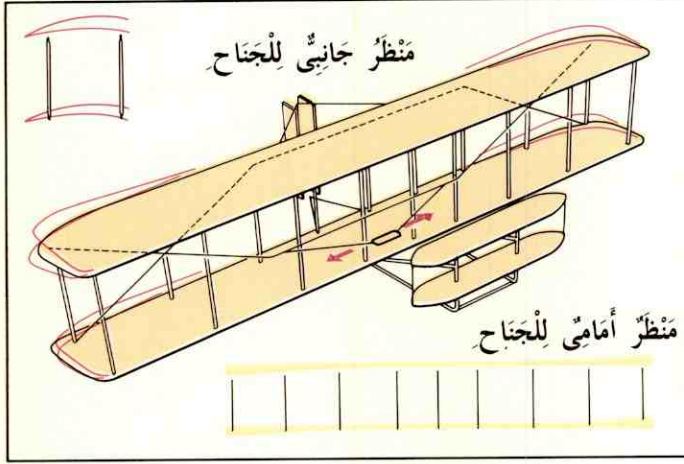
مَرَاوِحُ رَأَيْتَ

كَانَتْ مَرَاوِحُ طَائِرَةِ رَأَيْتَ مَصْنُوعَةً مِنْ خَشَبِ التَّنُوبِ وَلَهَا مَقْطَعٌ دِينَامِيكِي هَوَائِي يُمَازِلُ مَقْطَعَ الْجَنَاحِ . وَيُمْكِنُهَا تَحْوِيلُ حَوَالِي ٦٥٪ مِنْ قُدْرَةِ الْمُحَرِّكِ إِلَى دَفْعٍ . وَأَكْفَأُ الْمَرَاوِحِ الْحَدِيثَةِ تَبْلُغُ كِفَاءَتَهَا

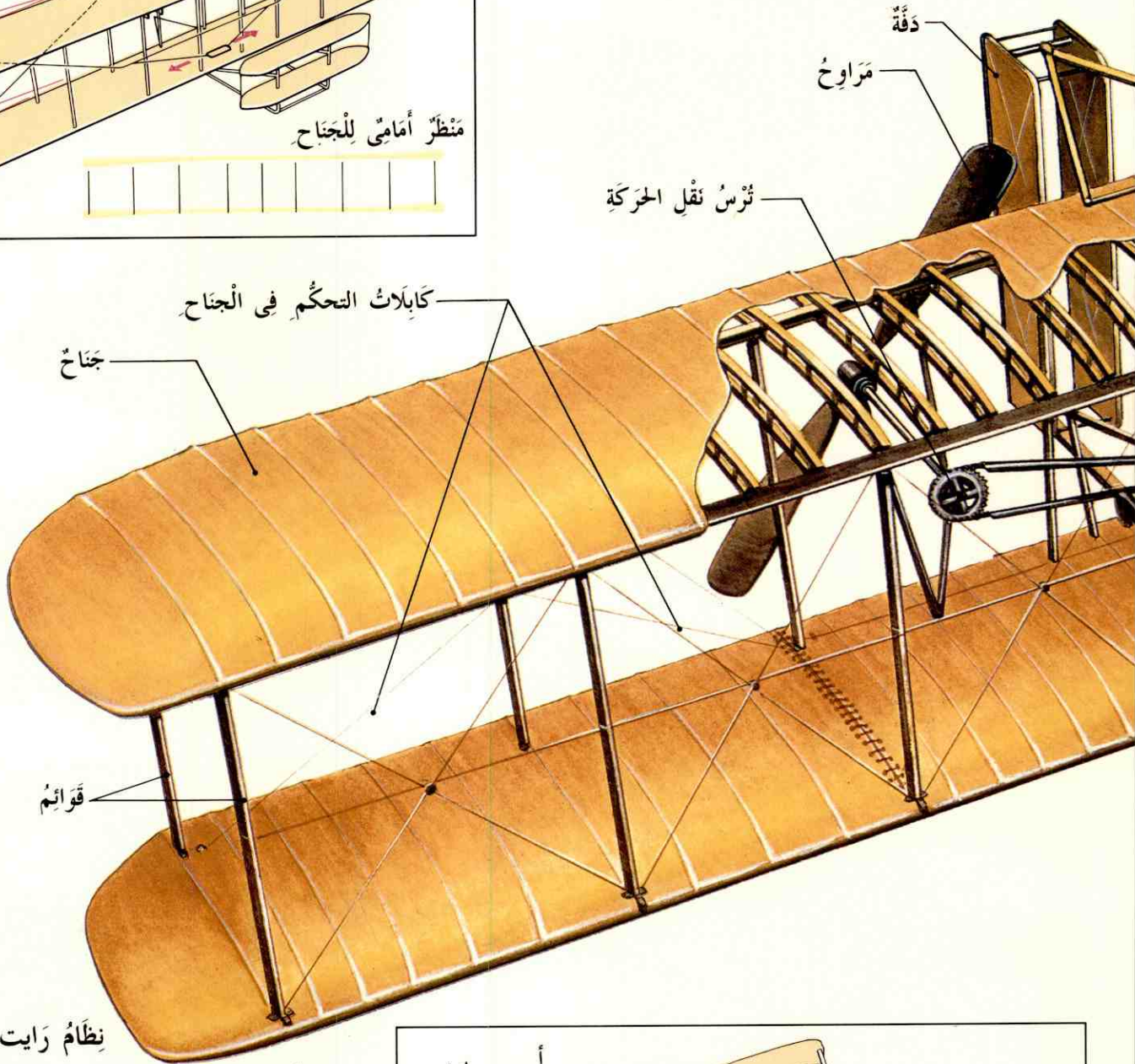


قِيَادَةُ طَائِرَةِ رَايت (فَلَايِر)

قَلَدَ الْأَخَوَانِ رَايَتِ الطَّيْبَةِ فِي طَائِرَتِهِمْ ، حَيْثُ إِنَّهُمَا لَاحَظَا أَنَّ الطُّيُورَ تَتَحَكَّمُ فِي طَيْرَانِهَا بِثَنِّي أَطْرَافِ أَجْنِحَتَيْهَا . فَتَتَحَرَّكُ أَرْجُوحَةٌ خَلْفِيَّةٌ مِنْ أَحَدِ الْجَانِبَيْنِ إِلَى الْآخَرِ لِتَلْوِي أَطْرَافِ الْأَجْنِحَةِ فِي اتِّجَاهَيْنِ مُتَضَادَّيْنِ لِلتَّحَكُّمِ فِي الْحَرَكَةِ الْجَانِبِيَّةِ . وَيَتَحَكَّمُ ذِرَاعُ تَحَكُّمِ فِي الصُّعُودِ وَالنُّزُولِ .

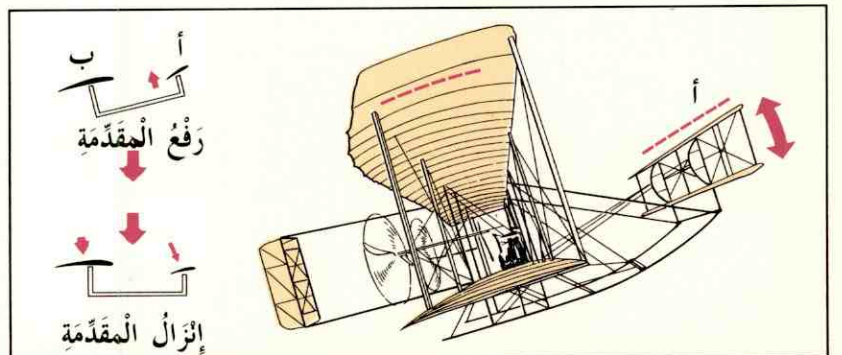


تَحَقَّقَ حُلْمٌ قَدِيمٌ عِنْدَمَا انْطَلَقَتْ طَائِرَةُ رَايَتِ فِي الْهَوَاءِ

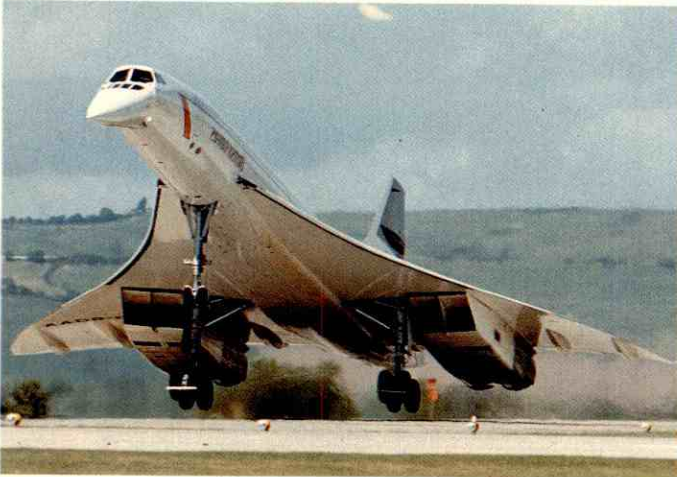


نِظَامُ رَايَتِ لِلتَّحَكُّمِ

تَمَّ التَّحَكُّمُ فِي الصُّعُودِ وَالنُّزُولِ بِسَطْحَيْنِ رَافِعَيْنِ تَوَاقُفَيْنِ مُبْتَنَيْنِ أَمَامَ الْأَجْنِحَةِ . وَهَذَا التَّرَكِيبُ الْمُسَمَّى الرَّاعِفُ الْكَاذِبَةُ حَافِظَ عَلَى اسْتِقْرَارِ الطَّائِرَةِ عِنْدَ السَّرْعَاتِ الْمُنْخَفِضَةِ . فَإِذَا ارْتَفَعَتْ مُقَدِّمَتُهَا كَثِيرًا ، فَإِنَّ السُّطُوحَ الرَّافِعَةَ تُوَاكِهَ الرِّيحَ ثُمَّ تُنْخَفِضُ بِلُطْفٍ فَتَنْزِلُ الطَّائِرَةُ (وَتُوجَدُ السُّطُوحُ الرَّافِعَةُ فِي الطَّائِرَاتِ الْعَادِيَةِ الْآنَ فِي الْخَلْفِ)



مَا هِيَ الطَّائِرَةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ؟



كُونكُورْد تُقْلِعُ فِي الْهَوَاءِ ، وَمَقْدَمُهَا مَائِلَةٌ لِأَسْفَلِ .

كُسِرَ حَاجِزُ الصَّوْتِ لِأَوَّلِ مَرَّةٍ عَامَ ١٩٤٧ عِنْدَمَا اخْتَبَرَ الطَّيَّارُ تَشَارلزُ ييجر الطَّائِرَةَ التَّجْرِبِيَّةَ بِل إكس - ١ . وَاليَوْمَ تَطِيرُ الطَّائِرَةُ الْأَنْجَلُو فَرْنِسِيَّةُ الكُونكُورْد بِانْتِظَامٍ بِسُرْعَاتٍ تَفُوقُ الصَّوْتِ . وَتَتَغَيَّرُ سُرْعَةُ الصَّوْتِ بِتَغْيِيرِ الضَّغْطِ الْجَوِّي وَدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ، وَتَبْلُغُ ٧٦٠ مِيلًا / سَاعَةً عِنْدَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، ٦٦٠ مِيلًا / سَاعَةً عَلَى ارْتِفَاعِ ٤٠٠٠٠ قَدَمٍ . وَبَيْنَمَا تَقْتَرِبُ سُرْعَةُ الطَّائِرَةِ مِنْ سُرْعَةِ الصَّوْتِ ، يَزْدَادُ ضَغْطُ الْهَوَاءِ أَمَامَ الطَّائِرَةِ مُكَوَّنًا حَاجِزًا . وَتَجَاوُزُ سُرْعَةَ الصَّوْتِ يُحْدِثُ مَوْجَةً صَدْمِيَّةً (فَرْقَعَةً صَوْتِيَّةً) تَجْعَلُ الطَّيَّارَ يَفْقِدُ السَّيْطَرَةَ عَلَى الطَّائِرَةِ . وَالطَّائِرَةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ مِثْلُ الْكُونكُورْدِ مُجَهَّزَةٌ لِتَحْمِلِ هَذَا التَّأثيرَ .

تَصْمِيمُ الْجَنَاحِ الْمَثَلِثِ

تَصْمِيمُ الْجِسْمِ وَالْجَنَاحِ مَوْجَةً صَدْمِيَّةً

فَرْقَعَةٌ صَوْتِيَّةٌ

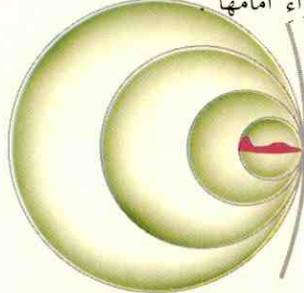
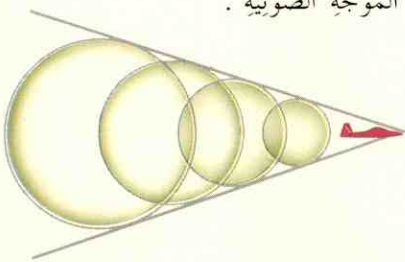
تَنْتَشِرُ الْمَوْجَاتُ الصَّوْتِيَّةُ النَّاتِجَةُ مِنْ فَرْقَعَةٍ صَوْتِيَّةٍ فِي شَكْلِ مُمَيَّزٍ يُسَمَّى مَخْرُوطٌ مَآخٍ ، عَلَى اسْمِ عَالِمِ الْفِيزِيَاءِ إِيرْنِسْتِ مَآخٍ .

مَخْرُوطٌ مَآخٍ

٣ — عِنْدَمَا تَزِيدُ سُرْعَتُهَا عَلَى سُرْعَةِ الصَّوْتِ ، يَمْتَدُّ مَخْرُوطُ الْمَوْجَةِ الصَّدْمِيَّةِ إِلَى الْخَلْفِ عَلَى طُولِ حَافَاتِ الْمَوْجَةِ الصَّوْتِيَّةِ .

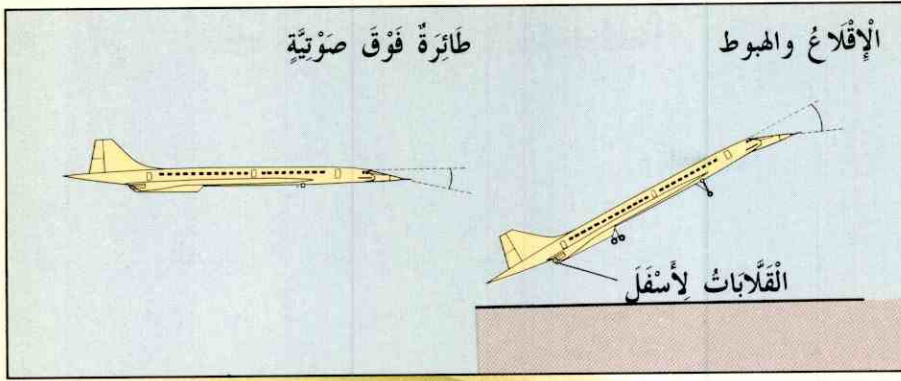
الْمَوْجَاتُ السَّرِيعَةُ وَالْمَوْجَاتُ الصَّدْمِيَّةُ
٢ — عِنْدَمَا تَقْتَرِبُ سُرْعَةُ الطَّائِرَةِ مِنْ سُرْعَةِ الصَّوْتِ تَتَرَاكُمُ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ وَضَغْطُ الْهَوَاءِ أَمَامَهَا .

١ — عِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ الطَّائِرَةُ بِسُرْعَةٍ تَقِلُّ عَنْ سُرْعَةِ الصَّوْتِ ، فَإِنَّ مَوْجَاتِ صَوْتِ الطَّائِرَةِ تَمُرُّ خِلَالَ الْهَوَاءِ أَمَامَ مُقَدِّمَةِ الطَّائِرَةِ .



مُقَدِّمَةٌ قَابِلَةٌ لِلتَّعْدِيلِ

الْكُونْكُورْد لَهَا مُقَدِّمَةٌ فَرِيدَةٌ تَمِيلُ إِلَى
أَسْفَلَ لِتَوْفُرَ رُؤْيَا مُمْتَازَةً لِلطَّيَّارِ أَثْنَاءَ
الْإِقْلَاعِ وَالْحَطِّ . وَتَرْفَعُ الْمُقَدِّمَةُ لِتُقَلِّلَ
مُقَاوَمَةَ الْهَوَاءِ عِنْدَ سُرْعَةِ الطَّيْرَانِ الثَّابِتَةِ .



مَخْرُوطُ مَاخ

فَرْقَةُ صَوْتِيَّةٍ خَلْفَتُهَا وَرَاءَهَا

مَوْجَةُ صَدْمِيَّةٍ

تَعْتَمِدُ الطَّائِرَةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ مِثْلُ الْكُونْكُورْدِ عَلَى مُحَرِّكَاتٍ قَوِيَّةٍ
وَأَنْسِيَابٍ فِي التَّصْمِيمِ الدِّيْنَامِيكِ الْهَوَائِيِّ يُمَكِّنُهَا مِنَ الطَّيْرَانِ بِسُرْعَةٍ
تَفُوقُ سُرْعَةَ الصَّوْتِ . وَيَجِبُ أَنْ يَكُونَ التَّصْمِيمُ قَادِرًا عَلَى تَحْمِيلِ
الدَّوَامَاتِ الْمُتَكَوِّنَةِ عَنْ كَسْرِ الْحَاجِزِ الصَّوْتِيِّ . وَأَجْنِحَةُ الْكُونْكُورْدِ
الْمَثَلَّةُ الْإِنْشِيَابِيَّةُ تُسَاعِدُ عَلَى الْإِسْتِقْرَارِ عِنْدَ السَّرْعَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ
وَالسَّرْعَاتِ الْمُنْخَفِضَةِ أَيْضًا . وَطَّيْرُ الْكُونْكُورْدِ بِسُرْعَاتٍ أَقَلَّ مِنْ
سُرْعَةِ الصَّوْتِ فَوْقَ الْيَابِسَةِ ، لِأَنَّ الْمَوْجَاتِ الصَّدْمِيَّةَ قَدْ تُحْدِثُ أَضْرَارًا
عَلَى الْأَرْضِ .

مَا هِيَ الطَّائِرَةُ الْعُمُودِيَّةُ (VTOL) ؟

الْمَقَاتِلَةُ هَارِيرَ ذَاتُ النَّفْثِ الْقَافِرِ

تَحْتَاجُ مُعْظَمُ الطَّائِرَاتِ إِلَى مَدَرَجَاتٍ طَوِيلَةٍ حَتَّى تَكْتَسِبَ السَّرْعَةَ اللَّازِمَةَ لِلإِقْلَاعِ أَوْ الإِبْطَاءَ اللَّازِمَ لِلْحَطِّ . وَلَكِنَّ الطَّائِرَةَ الْعُمُودِيَّةَ (الرَّاسِيَّةَ الإِقْلَاعَ وَالْحَطِّ) مِثْلَ طَائِرَةِ الْقِتَالِ هَارِيرَ يُمَكِّنُهَا الإِقْلَاعُ وَالْحَطُّ فِي أَى مَكَانٍ تَقْرِيْبًا ، لِأَنَّ لَهَا أَرْبَعَةَ عَوَادِمَ نَافِثَةٍ مُتَحَرِّكَةٍ يُمَكِّنُهَا تَوَجِيْهُ دَفْعِ الْمُحَرِّكِ فِي اتِّجَاهَاتٍ مُتَغَيِّرَةٍ . وَبَتَغْيِيرِ اتِّجَاهِ هَذِهِ الْمَنَافِثِ ، تَسْتَطِيعُ الطَّائِرَةُ الإِقْلَاعَ وَالْحَطَّ رَاسِيًّا ، أَوْ الطَّيْرَانَ مِثْلَ أَى طَائِرَةٍ عَادِيَّةٍ نَفَاثَةٍ .



يُمْكِنُ أَنْ تَتَحَرَّكَ الْعَوَادِمُ النَّافِثَةُ لِلْهَارِيرِ

أُتْبُوبُ بِيْتَرِ

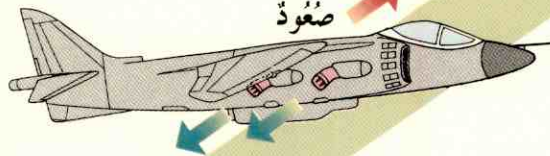
مُنَازَرَةٌ لِلإِقْلَاعِ رَاسِيًّا

الإِقْلَاعُ : تَوَجُّهُ الْأَرْبَعَةِ عَوَادِمَ نَحْوَ الْأَرْضِ . لِلصُّعُودِ : يَتِمُّ إِمَالَةُ الْمَنَافِثِ . لِلطَّيْرَانِ إِلَى الْأَمَامِ : تَوَجُّهُ الْمَنَافِثِ إِلَى الْخَلْفِ .



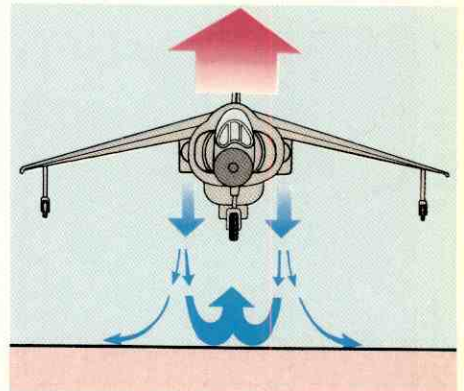
مَنَافِثُ الْعَادِمِ

تُدارُ مَنَافِثُ عَادِمِ الْهَارِيرِ فِي مَدَى ٩٠°

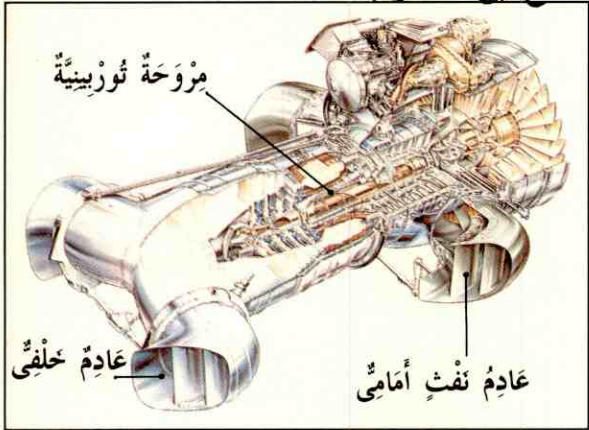
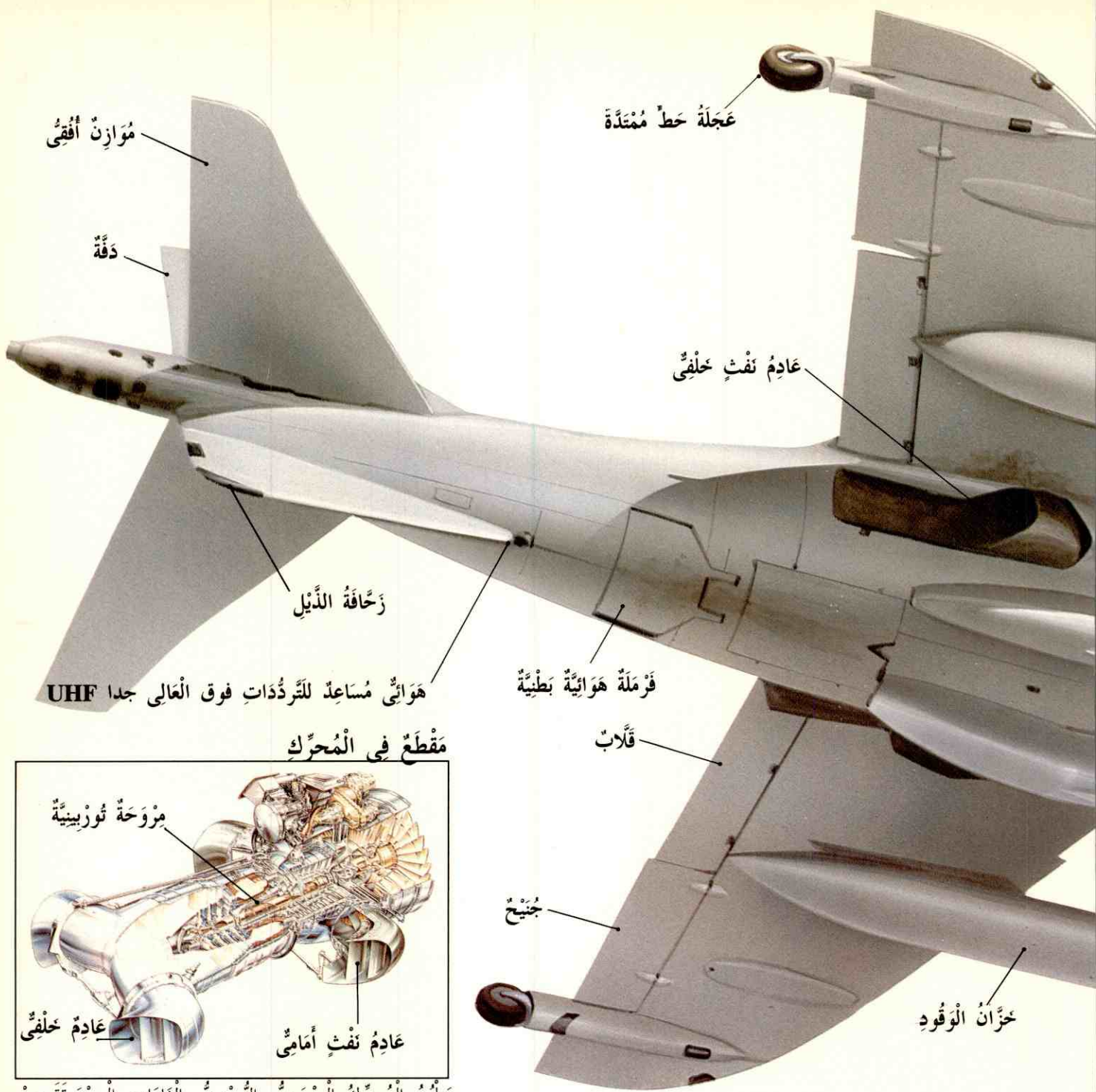


٢ صُعُودٌ

٣ طَيْرَانٌ أَفْقِيًّا

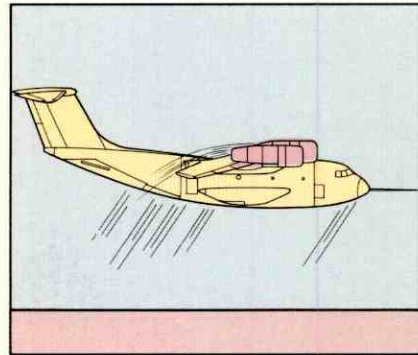


أَثْنَاءَ الإِقْلَاعِ ، تُؤَلَّدُ مَنَافِثُ الْعَادِمِ دَفْعًا قَوِيًّا إِلَى أَسْفَلِ يَنْعَكِسُ عَلَى الْأَرْضِ فَيَحْدُثُ الرَّفْعُ .

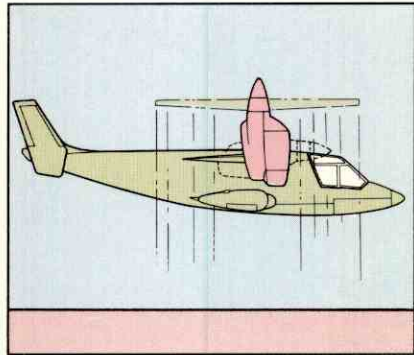


يَطْرُقُ الْمُحَرِّكُ الْمُرُوحِيُّ التُّورْبِيْنِيُّ الْعَازَاتِ الْمُحَرِّقَةَ مِنْ عَوَادِمِهِ فَيُولِّدُ الدَّفْعَ .

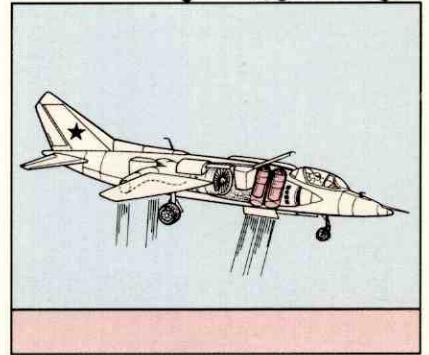
طَائِرَاتٌ عَمُودِيَّةٌ أُخَرَى



الطَّائِرَةُ أُسُوكَا STOL (قَصِيرَةٌ)
الإقلاع وَالْحَطُّ) لَهَا عَوَادِمٌ مُتَّجِهَةٌ
لِاسْفَلٍ لِلإقْلَاعِ السَّرِيعِ .



الطَّائِرَةُ إِكْسُ فِي — ١٥ لَهَا
مُحَرِّكَاتٌ مِرُوحِيَّةٌ مُثَبَّتَةٌ عَلَى الْأَجْنِحَةِ
وَتُدَوَّرُ إِلَى أَعْلَى لِلْحَرَكَةِ الرَّأْسِيَّةِ .



الطَّائِرَةُ فُورْجِرْ لَهَا مُحَرِّكَانِ حَاصَّانِ
لِلْمُنَاوَرَاتِ الرَّأْسِيَّةِ ، بِالإِضَافَةِ لِمُحَرِّكِ
طَيْرَانِهَا .

كَيْفَ تَطِيرُ بَعْضُ الطَّائِرَاتِ إِلَى الْجَانِبِ؟

تَغْيِيرُ اتِّجَاهِهَا أَوْ ارْتِفَاعِهَا بَيْنَمَا يَطُلُّ وَضْعُهَا أَفْقِيًّا وَذَلِكَ بِوَاسِطَةِ ضَبْطِ الزَّعَانِفِ الكاذبة الأفقية ، والزَّعْنَفِ الرَّأْسِيِّ ، وَقَلَابَاتِ الحَافَةِ الأمامية ، وَالْمَوَازِنَاتِ الأفقية ، والدَّفَّةِ ، وَقَلَابَاتِ حَافَةِ الذَّيْلِ .

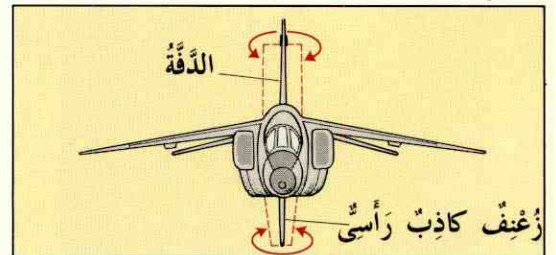
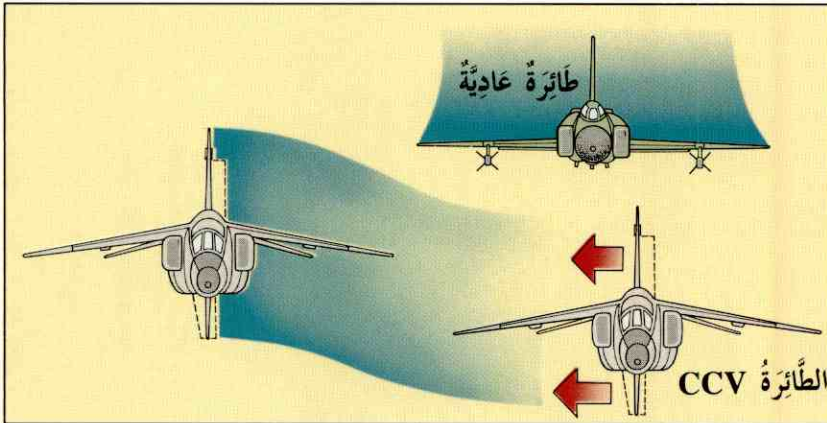
تَطِيرُ الطَّائِرَاتُ العَادِيَّةُ فِي اتِّجَاهِ مُقَدِّمَتِهَا فَقَطْ ، وَلَكِنَّ بَعْضَ الطَّائِرَاتِ الحَرِيَّةِ يُمْكِنُهَا حَتَّى الرِّقْصُ فِي السَّمَاءِ . وَالْمَقَاتِلَةُ التَّفَاثُةُ CCV يُمْكِنُهَا الطَّيْرَانُ إِلَى الأَمَامِ وَأَعْلَى وَأَسْفَلَ ، وَإِلَى الْجَانِبِ أَيْضًا . وَقَدْ أَصْبَحَ الطَّيْرَانُ إِلَى الْجَانِبِ مُمَكِّنًا بِاسْتِخْدَامِ أَجْنِحَةٍ صَغِيرَةٍ مُتَحَرِّكَةٍ تُسَمَّى زَعَانِفَ كاذبة تُرْصَعُ أَمَامَ أَجْنِحَةِ الطَّائِرَةِ الرَّئِيسِيَّةِ . وَتُضَبِّطُ زَوَايَا الزَّعَانِفِ الكاذبة الأفقية وَالْمَوَازِنَاتِ الأفقية عِنْدَ الطَّيْرَانِ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَلَ ، بَيْنَمَا يَجْرِي ضَبْطُ مُمَاتِلٍ لِلزَّعْنَفِ الكاذبِ الرَّأْسِيِّ والدَّفَّةِ عِنْدَ الطَّيْرَانِ إِلَى الْجَانِبِ . وَهَذَا التَّصْمِيمُ المبتكرُ مَكَّنَ الطَّائِرَةَ CCV مِنْ

الطائرة CCV

أُتُوبُ يَبْتَوِ

زُعْنَفَةٌ كاذبة رَاسِيَّة

يُوجَدُ الزَّعْنَفُ الكاذبُ الرَّأْسِيُّ أَمَامَ الأَجْنِحَةِ زُعْنَفَةٌ كاذبة رَاسِيَّة وَتَحْتَهَا ، وَيُضَبِّطُ جَانِبِيًّا عَلَى طُولِ الدَّفَّةِ عِنْدَمَا يُرَادُ عَمَلُ مَنَاورَاتٍ فَجَائِيَّةٍ أَثْنَاءَ الطَّيْرَانِ المُسْتَقِيمِ فَتَتَحَرَّكُ الطَّائِرَةُ إِلَى الْجَانِبِ ، بَيْنَمَا تَطُلُّ مُقَدِّمَتُهَا مُشِيرَةً إِلَى الأَمَامِ .



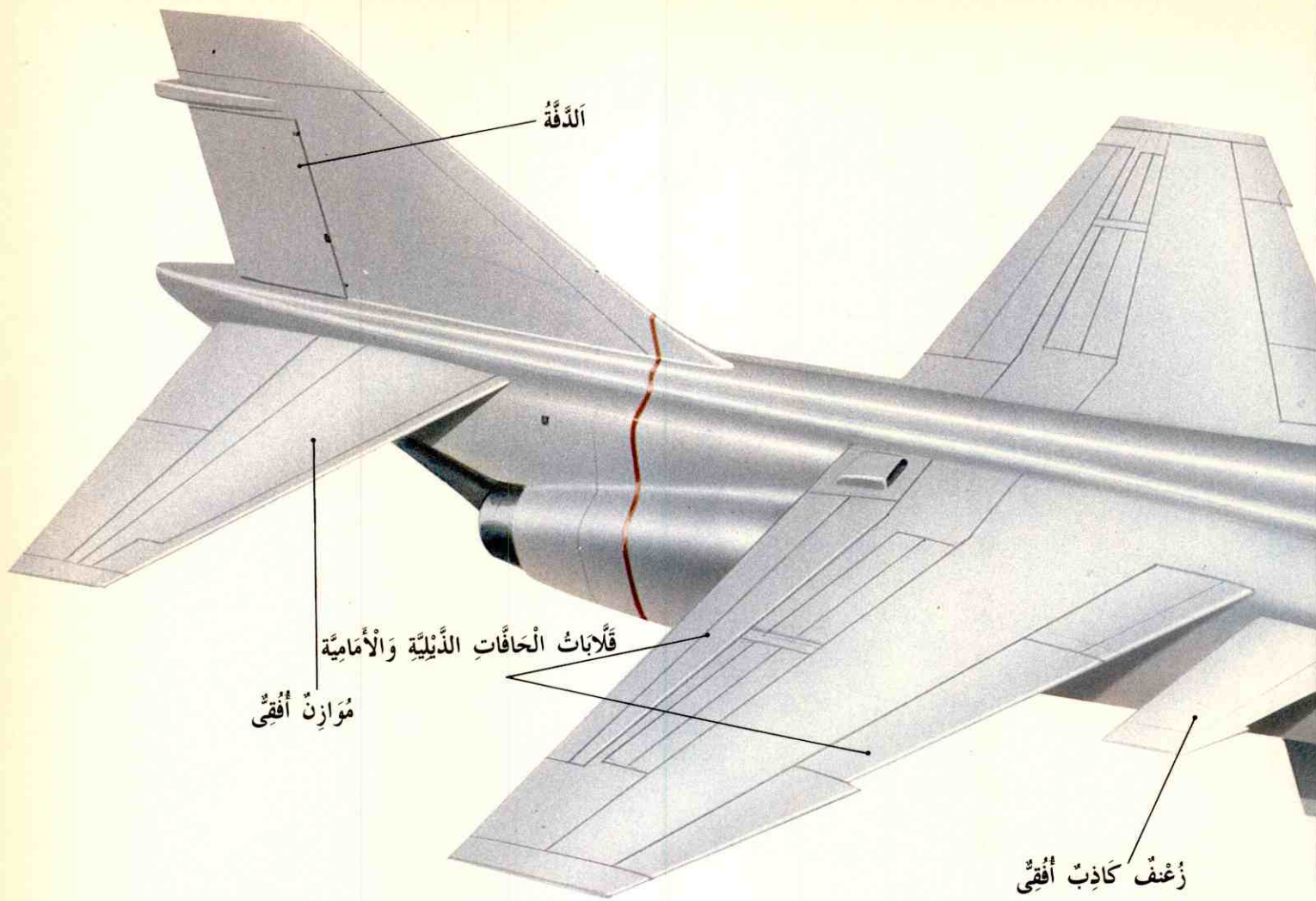
الْقُدْرَةُ الهُجُومِيَّةُ عَلَى أَهْدَافٍ أَرْضِيَّةِ

مَنَاورَةُ هُجُومٍ أَفْقِيَّةٍ لِلطَّائِرَةِ CVV



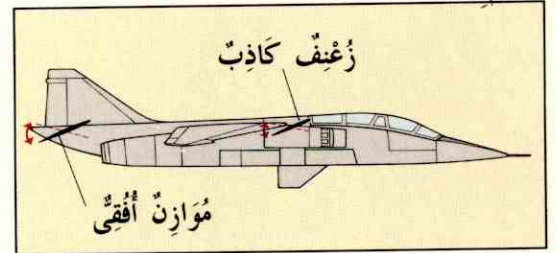
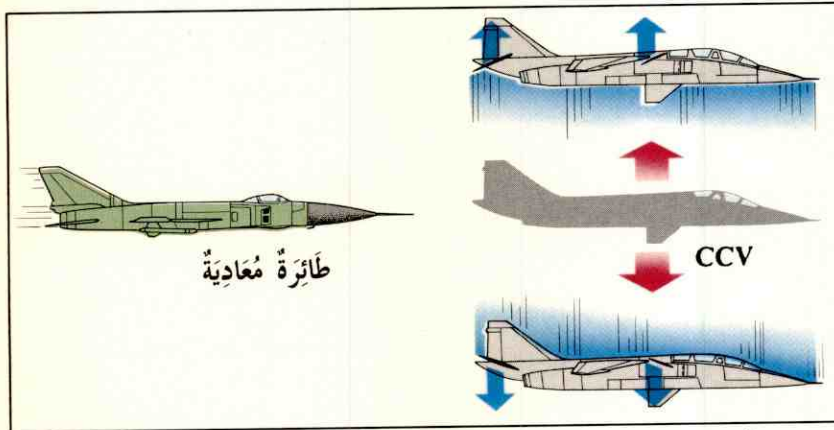
تَسْتَطِيعُ الـ CCV الصُّعُودَ وَمُقَدِّمَتُهَا تُشِيرُ إِلَى الأَرْضِ ، فَتَتَجَنَّبُ الْحَاجَةَ لِلدَّوَرَانِ حَوْلَ الهَدَفِ الأَرْضِيِّ .

قُدْرَةُ الـ CCV عَلَى التَّغْيِيرِ الفَجَائِي لَاتِّجَاهِهَا تُلْغِي الْحَاجَةَ لِلْمَنَاورَاتِ الطَّوِيلَةِ الْمُعَقَّدَةِ عَلَى شَكْلِ S .



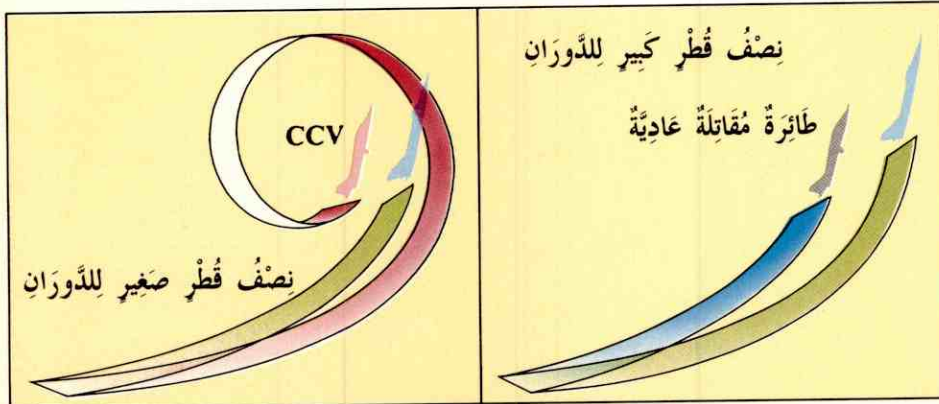
زُعْنِفُ كَاذِبٌ أَفْقِيّ

لِلحَرَكَاتِ الْمَفَاجِئَةِ إِلَى أَعْلَى وَاسْفَلَ ، يَرْفَعُ أَوْ يَخْفِضُ الْمَوَازِنَ الْأَفْقِيّ الزُّعْنِفَ الْكَاذِبَ الْأَفْقِيّ ، فَيَرْفَعُ أَوْ تَنْزِلُ الطَّائِرَةَ بَيْنَمَا تُحَافِظُ عَلَى مُقَدِّمَتِهَا إِلَى الْأَمَامِ .



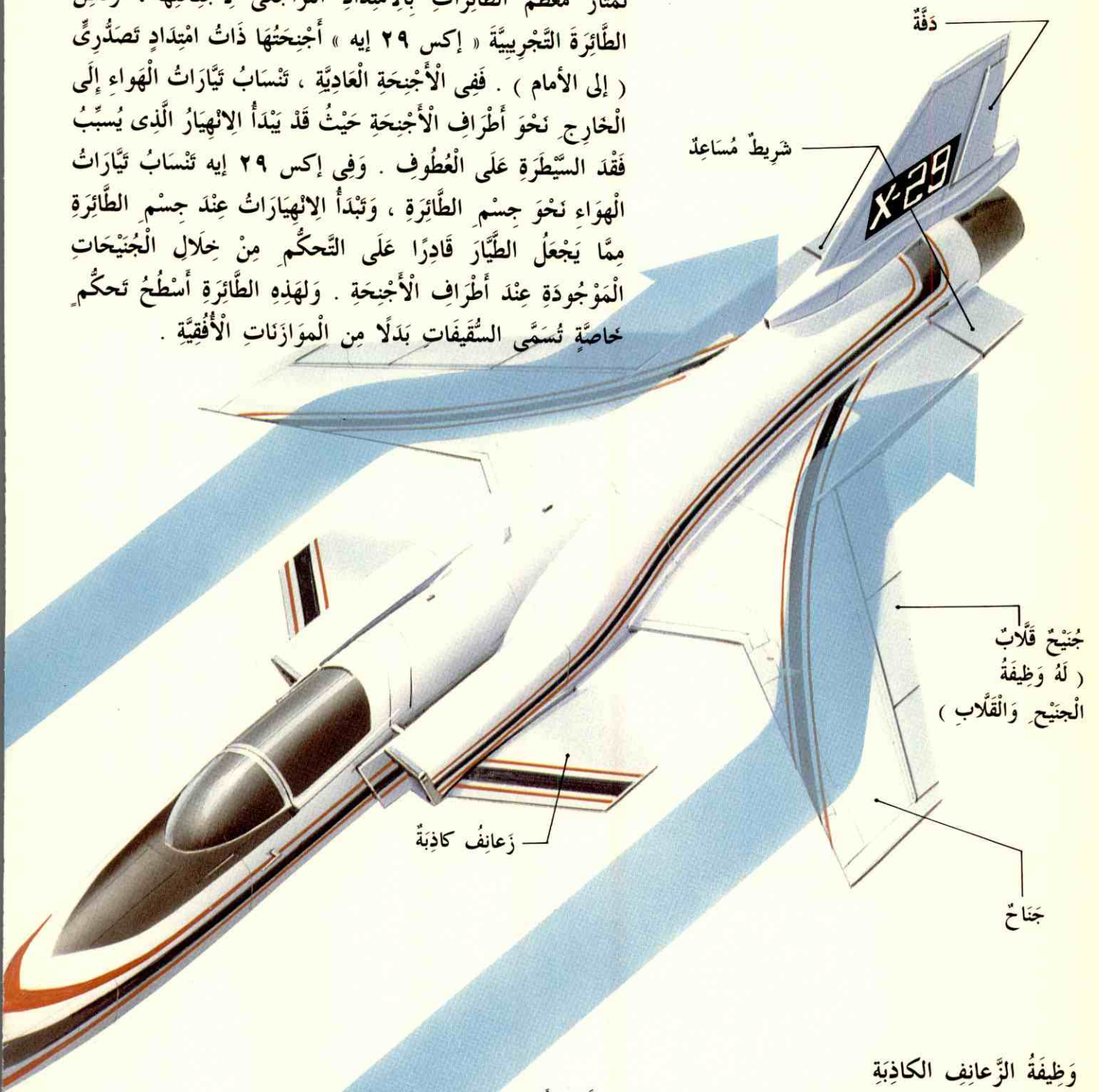
مُنَاوَرَاتُ دُورَانِيَّةٍ

تَحْتَاجُ الطَّائِرَةُ الْمُقَاتِلَةُ الْعَادِيَّةُ مَسَاحَةً كَبِيرَةً لِإِجْرَاءِ دُورَانٍ لِلْهُرُوبِ مِنَ الطَّائِرَاتِ الْمُعَادِيَةِ . وَلَكِنَّ الـ CCV عَلَى الْعَكْسِ ، يُمَكِّنُهَا ضَبْطُ الزُّعْنِفِ الْكَاذِبِ الرَّأْسِيِّ وَالْمَوَازِنَ الْأَفْقِيّ لِتَعْمَلَ دُورَانًا قَصِيرًا لَا تَسْتَطِيعُ الطَّائِرَاتُ الْعَادِيَّةُ أَنْ تَقُومَ بِمِثْلِهِ . وَرَغْمَ أَنَّ طَائِرَةَ CCV أَقْلُ اسْتِقْرَارًا عِنْدَ الطَّيْرَانِ الْعَادِيّ ، إِلَّا أَنَّ قُدْرَتَهَا الْفَرِيدَةَ عَلَى الْمَنَاوَرَةِ تُكْسِبُهَا مِيزَةً حَاسِمَةً فِي قِتَالِ شَرَسٍ .



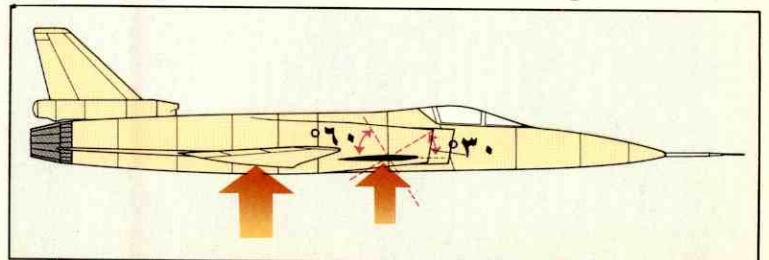
مَا هُوَ الْإِمْتِدَادُ التَّصْدِرِيُّ لِلجَنَاحِ؟

تَمْتَازُ مُعْظَمُ الطَّائِرَاتِ بِالْإِمْتِدَادِ التَّرَاجُعِيِّ لِأَجْنِحَتِهَا ، وَلَكِنَّ الطَّائِرَةَ التَّجْرِبِيَّةَ « إكس ٢٩ » أَجْنَحَتُهَا ذَاتُ إِمْتِدَادٍ تَصْدِرِيٍّ (إِلَى الْأَمَامِ) . فَفِي الْأَجْنِحَةِ الْعَادِيَّةِ ، تَنْسَابُ تِيَارَاتُ الْهَوَاءِ إِلَى الْخَارِجِ نَحْوَ أَطْرَافِ الْأَجْنِحَةِ حَيْثُ قَدْ يَبْدَأُ الْإِلْهِيَارُ الَّذِي يُسَبِّبُ فَقْدَ السَّيْطَرَةِ عَلَى الْعُطُوفِ . وَفِي إكس ٢٩ إِيهِ تَنْسَابُ تِيَارَاتُ الْهَوَاءِ نَحْوَ جِسْمِ الطَّائِرَةِ ، وَتَبْدَأُ الْإِلْهِيَارَاتُ عِنْدَ جِسْمِ الطَّائِرَةِ مِمَّا يَجْعَلُ الطَّيَّارَ قَادِرًا عَلَى التَّحْكُمِ مِنْ خِلَالِ الْجُنَيْحَاتِ الْمَوْجُودَةِ عِنْدَ أَطْرَافِ الْأَجْنِحَةِ . وَلِهَذَا الطَّائِرَةُ أَسْطَحُ تَحْكُمِ خَاصَّةً تُسَمَّى السَّقِيفَاتِ بَدَلًا مِنَ الْمَوَازِنَاتِ الْأُفْقِيَّةِ .



وَضِيفَةُ الرَّعَانِفِ الْكَاذِبَةِ

تُوجَدُ الرَّعَانِفُ الْكَاذِبَةُ لِإِكْسْ ٢٩ إِيهِ عَلَى جَانِبَيْ جِسْمِ الطَّائِرَةِ أَمَامَ الْأَجْنِحَةِ ، وَهِيَ تُحَدِّثُ رَفْعًا إِضَافِيًّا . وَضَبْطُ الرَّعَانِفِ الْكَاذِبَةِ أَعْلَى وَأَسْفَلَ يُسَاعِدُ الطَّائِرَةَ عَلَى الْمَنَاوَرَةِ .



النَّوَاءُ طَرَفِ الْجَنَاحِ

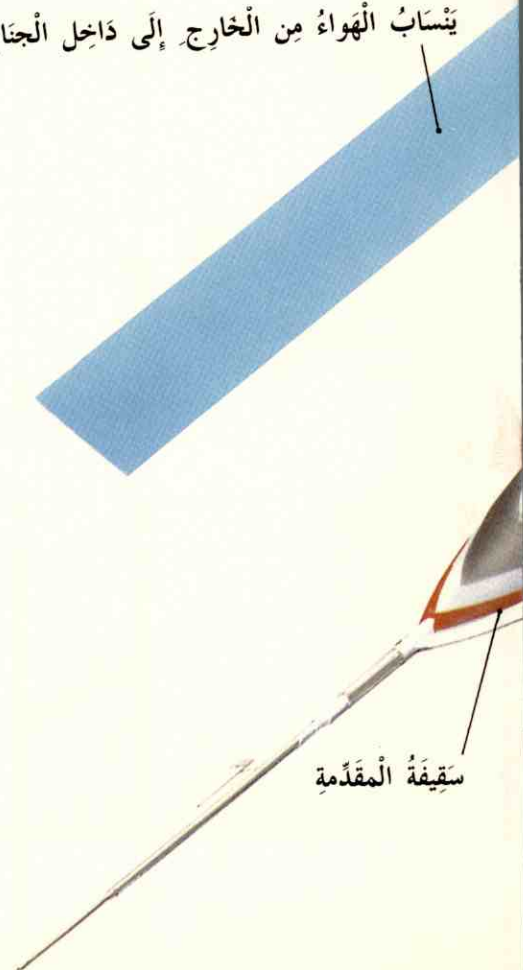
أُجْنَحَةُ إكس ٢٩ إِيهِ تَرِيدُ قُوَّةَ الرُّفْعِ وَالْقُدْرَةَ عَلَى الْمَنَاورَةِ . وَبِالإِضَافَةِ لِتَصْمِيمِهَا الْفَرِيدِ فَإِنَّ أُجْنَحَةَ هَذِهِ الطَّائِرَةِ مَعْرُوفَةٌ بِصِنَاعَتِهَا مِنَ الْإِيوُكْسِي كَرْبُون . وَتُصَنِّعُ أُجْنَحَةُ الطَّائِرَةِ الْعَادِيَّةِ مِنْ سَبَائِكَ مَعْدِنِيَّةٍ ، وَهِيَ مَرْنَةٌ ، وَتَنْهَازُ أحيانًا تَحْتَ إِجْهَادِ الْمَنَاورَاتِ . وَالنَّوَاءُ طَرَفِ الْجَنَاحِ قَدْ يُتْلَفُ وَأحيانًا يُدْمَرُ الْأُجْنَحَةُ . وَلَكِنَّ أُجْنَحَةَ إكس ٢٩ إِيهِ مُصَنَّعَةٌ مِنْ مُرَكَّبَاتٍ كيميائية شديدة الصَّلابة وَتَحْمَلُ إِجْهَادَ الْمَنَاورَاتِ اللَّازِمَةِ .



النَّوَاءُ طَرَفِ الْجَنَاحِ لِبَطَائِرِ ذاتِ امْتِدَادٍ تَصْدُرِّي لِلْجَنَاحِ

تُحْدِثُ أُجْنَحَةُ الْإِمْتِدَادِ التَّصْدُرِّي انْسِيَابًا لِلْهَوَاءِ مِنْ خَارِجِهَا إِلَى دَاخِلِهَا مِمَّا يُقَلِّلُ احْتِمَالَاتِ الْإِنْهِيَارِ . وَرَغْمَ أَنَّ إكس ٢٩ إِيهِ أَقْلُ انْتِزَانًا مِنَ الطَّائِرَةِ الْعَادِيَّةِ ، إِلَّا أَنَّ قُدْرَتَهَا عَلَى الْمَنَاورَةِ عَالِيَّةٍ عِنْدَ السَّرْعَاتِ الْمُنْخَفِضَةِ .

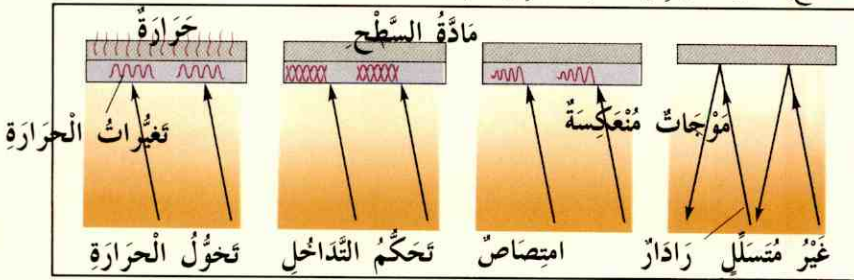
يَنْسَابُ الْهَوَاءُ مِنَ الْخَارِجِ إِلَى دَاخِلِ الْجَنَاحِ



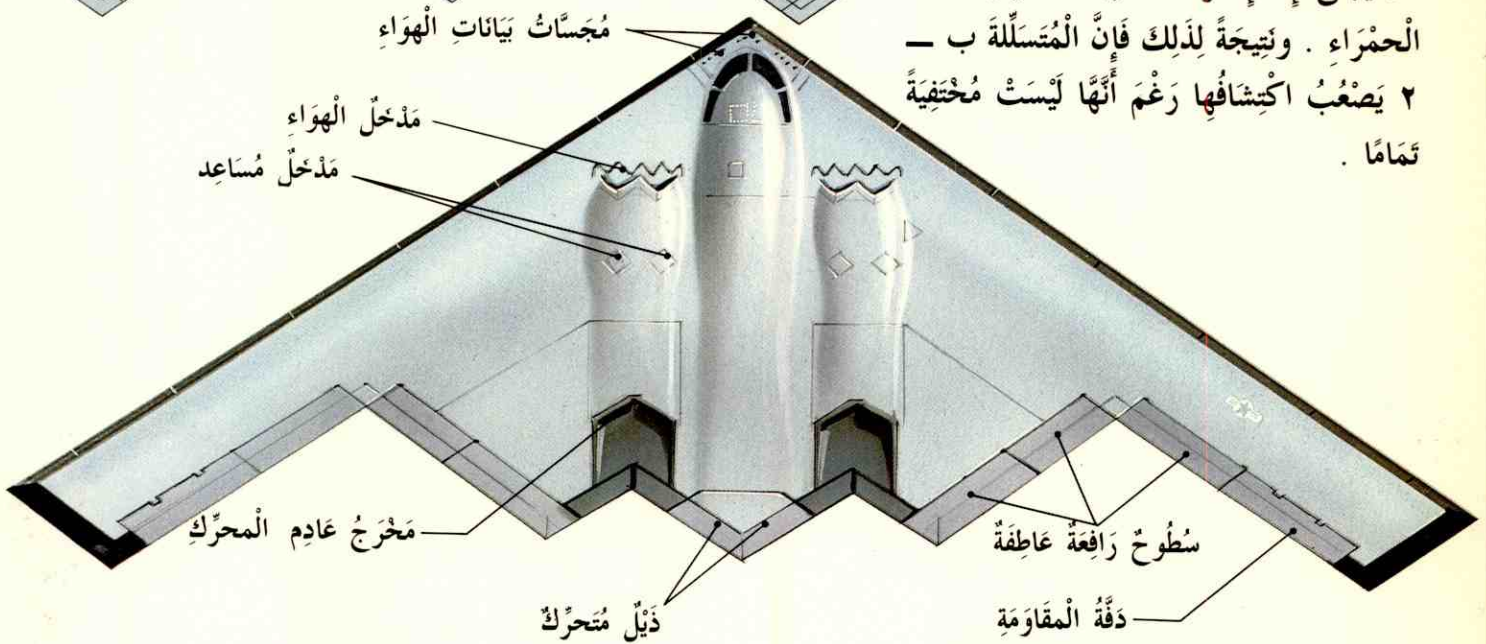
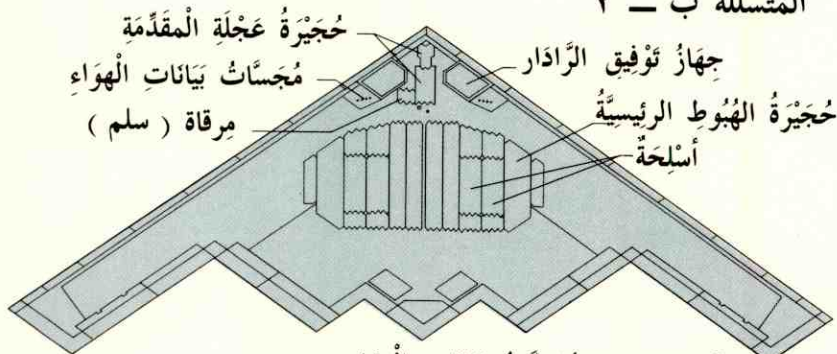
(الشبح) ؟

تَجَنَّبُ الْاِكْتِشَافِ بِالرَّادَارِ

يُعْطَى السَّطْحُ الطَّائِرَةُ الْمُتَسَلِّلَةُ بِطَبَقَةٍ مِنْ مَادَّةٍ خَاصَّةٍ تَمْتَصُّ الرَّادَارَ . وَتَنْقَسِمُ مُوجَّاتُ الرَّادَارِ الْقَادِمَةُ إِلَى مُوجَّعَيْنِ مُتَصَادِفَيْنِ تُوجَّاهُ كُلُّ مِنْهُمَا الْأُخْرَى ، بَيْنَمَا تُحَوَّلُ مَادَّةُ السَّطْحِ الْمَوْجَّاتِ إِلَى طَاقَةٍ حَرَارِيَّةٍ يَتِمُّ امْتِصَاصُهَا .



الْمَتَسَلِّلَةُ ب — ٢



تُسَبِّحُهُ ب - ٢ فِي شَكْلِهَا سَمَكَةٌ
الشَّيْطَانِ . وَمَقْطَعُ الطَّائِرَةِ الرَّفِيعِ جِدًّا يُقَدِّمُ
أَقْلَ مَسَاحَةٍ تَصْطَدِّمُ بِهَا مَوْجَاتُ الرِّادَارِ .

مَادَّةُ السَّطْحِ الْخَاصَّةُ لِلطَّائِرَةِ ب - ٢
تُلْعَى وَتَمْتَصُّ مَوَاجِدَ الرَّادَارِ . وَصُورَةُ
الطَّائِرَةِ الَّتِي تَظْهَرُ عَلَى شاشَاتِ الرَّادَارِ
لَا تُشَبِّهُ أَكْثَرُ مِنْ طَائِرٍ كَبِيرٍ .

معانى المصطلحات

Brake Shoe	: حذاء الكبح أو الفرملة : كتلة من مادة مهيئة لتؤاتم الانحناء الداخلى لبرميل الفرامل فى السيارات ، أو عجلات القطار .	Accelerator	: المُسرّع : رافعة على شكل دواسة ، تستعمل للتحكم فى سرعة المركبة بتغيير كمية الوقود المُغذى للمحرك .
Cam	: حُدْبَة : قرص أو أسطوانة غير منتظمة الشكل ، مما يؤدى إلى حركة دورية اهتزازية تتبع مسارًا محددًا ، وتُجبر الجسم الملامس أن يتخذ مسارًا مطابقًا .	Accelerometer	: مقياس التسارع : جهاز قياس تسارع الطائرة .
Canard	: زعنفة كاذبة : أداة تركيب فى مقدمة المركبات لتحسين الاتزان . أو هى أحد الأجنحة الرافعة الصغيرة الموجودة فى مقدمة الأجنحة الرئيسية فى بعض أنواع الطائرات .	Airfoil	: رُقاقة هوائية : أى سطح مصمم للتحكم و لرفع الطائرة باستخدام التيارات الهوائية المحيطة ، مثل الأجنحة والجنيحات والقلابات والموازنات .
Carburetor	: المُبَخِّر : أداة لخلط وتبخير وتغذية المحرك برذاذ مخلوط البنزين والهواء .	Altimeter	: مقياس الارتفاع : جهاز لتحديد ارتفاع الطائرة عن سطح البحر أو أى تضاريس أرضية .
Chassis	: الهيكل : كل ما يشمل جسم وعجلات وآلات المركبة .	Aneroid	: بارومتر معدنى : علبة معدنية رقيقة محكمة ، ذات سطح مرن معروف مسبقًا سلوكه تحت ظروف الضغط الجوى المختلفة .
Clutch	: قابض : تركيبة دوارة تُنعم عملية توصيل أو فصل قدرة المحرك عن مجموعة نقل الحركة .	Axial compressor	: ضاغط محورى : أداة توجه الهواء بضغطه داخل المحرك .
Collective pitch lever	: ذراع الخطوة المُجمّعة : رافعة تستخدم للتحكم فى زاوية ميل شفرات الدوامة الرئيسية للطوافة (الهليكوبتر) بغرض زيادة أو خفض قوة الرفع .	Axle	: عمود : قضيب دَوَّار تتصل به عجلات المركبة .
Combustion chamber	: غرفة الحريق : الفراغ المتاح لإشعال الوقود أعلى مكبس آلة الاحتراق الداخلى .	Bathyscaphe	: غواصة الأعماق السحيقة : غواصة تُمخَّر الأعماق السحيقة للمياه ، ولها مقدرة ذاتية للملاحة .
Combustor	: المحرق : الآلة المختصة ببدء الاحتراق واستمراره فى المحرك النفث .	Bathyspere	: كرة الأعماق السحيقة : غرفة كروية لاستكشاف الأعماق السحيقة للمياه ، وتُذلى للأعماق بواسطة كبلات .
Compressor	: ضَغَاطٌ : مضخة أو أى أداة تؤدى إلى تقليص حجم وزيادة ضغط الغازات .	Bearing	: كرسى : أداة تستخدم لتقليل الاحتكاك بين جسمين أحدهما أو كلاهما مُتَحَرِّك .
		Beaver tail	: ذيل منحن : سطح مُوجَّه يقوم بضبط اتزان الطائرة .
		Brake cylinder	: أسطوانة الكبح أو الفرملة : أسطوانة معدنية تحوى مكبسا يتحرك إلى الخارج بقوة لتعمل فرامل السيارة أو القطار .

Drag : مقاومة السحب : قوة المقاومة الهوائية الكلية المعاكسة للحركة الأمامية لأى من الرقائق أو الأجنحة وكل الأجزاء المعرضة للهواء للطائرة .

Electrode : قطب : موصل يمكن عن طريقه إمرار تيار كهربى فى وسط غير فلزى .

Electromagnet : مغناطيس كهربى : هو القالب المصنوع غالباً من الحديد والمخاط بملف يحمل تياراً كهربياً .

Elevon : سطح رافع عاطف : سطح محكوم يؤدى عمل الرافع والجنيحات .

Flange : شفة : حلقة تستعمل للتثبيت .

Flap : قلابة : سطح متحرك يستخدم لزيادة المقاومة الهوائية ورفع الطائرة . وتستخدم فى السيارات السريعة لخفض مقاومة الهواء .

Flying bridge : الجسر المعلق : موضع يكون أعلى غرفة القيادة فى السفن ، وبه أجهزة ملاحية بديلة مكررة لما فى غرفة القيادة .

Foil : رُقاقة : إما رقاقة هوائية أو رقاقة مائية .

Forecastle : مقدمة السفينة : جزء فى مقدمة السفينة يبيت فيه النوتية .

Fuselage : جذع الطائرة : الجزء الأوسط من جسم الطائرة والمتصل به كل من الأجنحة والذيل والمحركات .

Generator : مُولّد : آلة تقوم بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربية .

Gimbal : ميزان أفقى : أداة تجعل الأجسام المعلقة بها دائماً فى وضع أفقى حتى لو تم قلبها .

Condenser : مكثف : أداة قادرة على تجميع وتخزين الشحنات الكهربائية .

Control rod : عمود تحكم : عمود من مواد ذات قدرة عالية لامتصاص النيوترونات فى قلب المفاعل النووى الانشطارى ، بهدف التحكم فى معدل التفاعل المتسلسل .

Converter : مُحوّل : جهاز يستخدم لتحويل التيار الكهربى المتردد إلى تيار كهربى مستمر أو العكس .

Crankshaft : عمود المرفق : العمود الرئيسى فى الآلة المحركة ، ويقوم بتحويل الحركة الخطية للمكابس إلى حركة دائرية لعمود التدوير .

Cyclic pitch lever : ذراع الخطوة الدورية : رافعة تستخدم للسيطرة على التحليق الأفقى للطائرة (الطائرة الهليكوبتر) ، وذلك بإمالة شفرات الدوّامة إلى اليمين أو اليسار .

Cylinder : أسطوانة : هى غرفة أسطوانية فى بدن المحرك ويتحرك بداخلها جسم المكبس .

Delta wing : جناح مثلثى : سطح على شكل مثلث ، يقوم بعمل الجناح والموازن الأفقى فى المركبات الفضائية وبعض الطائرات فوق صوتية .

Disk brake : كابح قرصى : نوع من الفرامل التى تعمل بالاحتكاك بين كلابة ذات حذاء ضغط وسطحى قرص معدنى دوار .

Dog clutch : قابض كلابى : قابض يستعمل فى المركبات ذات السحب رباعى العجلات ، ويعمل على دمج أجزاء الحركة بإحكام .

Integrator : المُجَمِّع : أداة ملاحية تستعمل في الطائرات لتوجيه المعلومات المستقاة من مقياس التسارع مع الزمن المنقضى بغرض حساب سرعة الطائرة .

Isopressure valve : صمام معادلة الضغط : صمام يستخدم في عربات إطفاء الحرائق ، بغرض تثبيت ضغط نفث المياه عند مستوى ثابت .

Lift : الرفع : قوة الهواء المؤثرة على الطائرة لتظل محلقة .

Lifter : رافعة : أسطوانة صغيرة تصل بين الحُدْبَةِ وصمام المحرك ، للتحكم في فتحه أو إغلاقه .

Light-emitting diode (LED) : المشع الضوئي الثنائي : أداة شبه موصلة تشع الضوء حين سريان التيار الكهربائي .

Live steam : بخار نشط : بخار خارج توازن من الغلاية في أعلى مستويات ضغطه وجاهز للاستعمال .

Mach : ماخ : رقم يبين النسبة بين سرعة جسم إلى سرعة الصوت : واحد ماخ تعني مساوياً لسرعة الصوت .

Manometer : مانومتر : جهاز لقياس الضغط في الموائع .

Pantograph : سنجة نابضية : أداة لنقل الطاقة الكهربائية من الأسلاك المعلقة إلى مركبات القاطرة الكهربائية .

Pinion : ترس صغير : ترس مصمم ليندمج مع عجلة كبيرة ، أو عمود مسنن يلاقى ترساً .

Piston : كَبَّاس : قرص أو أسطوانة تتحرك داخل غلاف محكم .

Piston rod : عمود الكباس : عمود ينقل حركة الكباس إلى عمود المرفق .

Gripman : القَبَّاض : مسمى يطلق على وظيفة العامل الذي يتحكم في عربة الكابل من إيقاف وتسيير .

Gyrocompass : بُوصلة دَوَّارة : بوصلة ملاحية تحتوي على جيروسكوب (كاشف دوار عديد الارتكاز) وتحدد دائماً الشمال الحقيقي .

Gyroscope : كاشف دَوَّارٍ عديد الارتكاز : جهاز يمكنه تحديد نفس الاتجاه المطلق ، ولا يتأثر بأي من العوامل المحيطة .

Heat exchanger : مبدِّل حراري : أداة تستخدم لنقل الحرارة المتولدة في المفاعل النووي مثلاً إلى الماء لتبخيره وإنتاج الكهرباء من مولد .

Hertz : هرتز : وحدة قياس التردد . وتستخدم لتحديد تردد الموجات اللاسلكية وغيرها . KHZ الكيلو هرتز أو ألف ذبذبة في الثانية ، MHZ الميجا هرتز أو مليون ذبذبة في الثانية .

Hydrofoil : رَقَاقَة مائية : رقاقة تشبه الجناح ، ولها المقدرة على رفع جسم بعض أنواع السفن فوق سطح الماء وتوليد دفع لعطف المركب .

Hydrostatic : موائع ساكنة : ما له علاقة بالانزان والضغط في الموائع الساكنة .

Ignition coil : ملف الإشعال : مجموعة من الأسلاك اللولبية في نظام الإشعال ، والغرض منها رفع الجهد الكهربائي للمركم وتوصيله إلى شمعة الإشعال .

Inducer : مُجِثٌّ : هو جزء من مضخة نفث المياه ويزيد من سرعة دخول ونفث المياه مسبباً الدفع في زوارق السطوح الانسيابية — الهيدروفويل .

Roll : انعراج : دوران الطائرة حول محور جذعها بفقد بسيط للارتفاع ، أو اهتزاز السفينة من جانب إلى الآخر .

Rotor : دَوَّار : الجزء الدوار في الآلة وفي المجموعة الكهربائية للسيارة ، وهو الجزء الدوار داخل الحاوي الساكن في المولد الكهربى ، وفي مجموعة نقل الحركة ذاتيًا ، وهو الجزء المسؤول عن تحويل عزم الدوران ، في الطائرة ، وهو مجموعة رقاقات دوارة مثل الشفرات الأفقية في دَوَّامة الطوافة (الهليكوبتر) .

Rudder : دفة : في السفن ، لوح رأسى في المؤخرة يستعمل لتوجيه السفينة ، في الطائرة ، سطح متصل بالموازن الرأسى ويستعمل بمساعدة الجنيحات في توجيه الطائرة .

Sink : بالوعة : أداة لتسريب أو سحب الكهرباء .

Sonar : سونار أو مِسْبَرُ أعماق : جهاز لتحديد موقع الأجسام تحت الماء ، وذلك بحساب الزمن اللازم لارتداد صدى صوتى من الجسم .

spoiler : مُفْسِدٌ : عاكس للهواء يستعمل في سيارات السباق ، وخاصة في سيارات السباق . لمنع السيارة من الارتفاع عن الطريق لزيادة قدرة السحب عند السرعات العالية ، أو هو لوح طويل ضيق على السطح العلوى لجناح الطائرة ، يستعمل كأداة لتقليل الرفع وزيادة المقاومة .

Sponson : كَنْفٌ مُوَازِنَةٌ : جزء من الطائرة يساعد على الطفو فوق الماء ، ويستعمل أيضًا كخزان للوقود .

Pitch : حُطْرَانٌ أو حُطْوَةٌ : ميل مقدمة الطائرة إلى أعلى أو أسفل ، أو مَرَجَحَةُ السفن إلى الأمام والخلف ، أو هي الزاوية التى تأخذها شفرات الدَوَّامة عند محورها .

Pivot tube : أنبوب بيتو : أداة لقياس سرعة الطيران .

Pivot lock : قفل ارتكازى : أداة ربط تلقائى محكم عند تلاقى رؤوس الأقفال .

Poop deck : قمة جسر المؤخرة : سطح مرتفع عند مؤخرة السفينة .

Poppet valve : صمام قفاز : صمام يختص بالتحكم في مسارات التغذية وطرده العادم في آلات الاحتراق الداخلى .

Power cylinder : أسطوانة قدرة : أداة تعمل بمائع (هيدروليكية) عن طريق حاسب للتحكم في العجلات الأربعة في المركبات ذات التوجيه الرباعى .

Radar : رادار : جهاز يظهر الأجسام المحيطة على شاشة . ويحدد مكانها بحساب الزمن المقطوع بين لحظتى إرسال واستقبال صدى إشارة لاسلكية .

Reactor : مفاعل : جهاز يحدث في داخله التفاعل النووى الانشطارى المتسلسل ، ويمكن التحكم فيه واستمراره لإنتاج طاقة حرارية أو إشعاعات ذات استخدامات مفيدة .

Revolutions per minute (rpm) : لفة في الدقيقة : مقياس لتعيين سرعة المحرك ، وذلك بتحديد عدد الدورات التى يعملها عمود المرفق في الدقيقة .

Ring gear : ترس حلقي : الترس الحاوى للتروس الكوكبية والترس الشمسى في مجموعة نقل الحركة ذاتيًا .

Tongue rail : قضيب تَحْوِيل : قضيب متحرك لنقل القطار وعرباتهِ إلى مسار آخر .

Transfer gear : ترس نقل الحركة : مجموعة نقل الحركة والتروس الفرقيّة الموجودة داخل صندوق .

Trim tank : خزان اتزان : خزان للمياه يمكن ملؤه أو تفريغه تبعاً لحاجة اتزان السفينة .

Turbine : تربين : أى من الآلات الدوّار المتصل به مراوح وشفرات ويدار بواسطة ضغط مائع متحرك مثل المياه أو البخار أو الهواء .

Ultrahigh frequency (UHF) : تردد فوق العالى جدّاً : الترددات اللاسلكية المحصورة بين ٣٠٠ و ٣٠٠٠ مليون ذبذبة فى الثانية .

Very high frequency (VHF) : تردد عالٍ جدّاً : الترددات اللاسلكية المحصورة بين ٣٠ و ٣٠٠ مليون ذبذبة فى الثانية .

Winch : مرفاع : آلة ذات مقدرة عظيمة على سحب ورفع الأثقال بواسطة كبلات أو سلاسل .

Yaw : انعطاف : الاتجاه مؤقتاً فى مسار غير مستقيم .

Stabilizer : مُوَازِن : فى السفن ، أداة آلية تقوم بتعديل ومحايدة التآرجح ، فى الطائرة ، أداة تساعد فى المحافظة على اتزان الطائرة أثناء التحليق .

Static tube : أنبوب ساكن : أنبوب تستخدم لقياس ضَغط السوائل الساكنة .

Stator : الغلاف الساكن : الجزء غير المتحرك الذى يدور فيه أو به الدوّار .

Strake : شريط مساعد : سطح أفقى محكوم يستعمل فى بعض أنواع الطائرات لمساعدة الزعانف الكاذبة على الصعود أو النزول .

Substation : محطة فرعية : محطة فرعية تقوم بتحويل التيار الكهربى ، أو رفع أو خفض الجهد الكهربى .

Superstructure : بنية فوقية : أجزاء السفينة التى تبنى أعلى سطحها الرئيسى .

Suspender ring : حلقة تعليق : حلقة تصل بين رافعة التحرير وبين الرأس فى مقرّنات المحاور المفصليّة لربط عربات القطار .

Suspension : التعليق : مجموعة الزنبركات والأجزاء المستعملة فى حمل جذع وهيكَل المركبة بعيداً عن المحور .

Switching unit : وحدة فصل : أداة تستخدم فى السيارات الكهربائية لمقاطعة الدائرة الكهربائية لمنع التيار الكهربى المرتفع من إعطاب الدائرة أو إحداث حريق .

Synchronizer : مُزامن : أداة تستخدم فى مجموعة نقل الحركة لجعل التروس تدور بنفس المعدل لمنع التروس من التعارض .

Throttle : خانق : نظام تحكم فى سريان كمية خليط الوقود والهواء إلى المحرك .